SHOUT
SHARE
IT

BIBLIOTHECA ZOOLOGICA.

Original-Abhandlungen
aus
dem Gesammtgebiete der Zoologie.

Herausgegeben
von

Dr. Rud. Leuckart in Leipzig
und
Dr. Carl Chun in Breslau.

Fünfter Band.
1893—1895.

Stuttgart.
Verlag von Erwin Nägele.

Alle Rechte vorbehalten.

Druck von A. Bonz' Erben in Stuttgart.

PRINTED IN GERMANY

Inhalt

Heft 14.

Rudimentäre Wirbelthieraugen. II. Theil und Nachtrag zu Theil I und II. Von **Dr. C. Kohl.** Mit 6 farbigen Doppeltafeln. 1893—95.

Heft 15.

Deutschlands freilebende Süsswasser-Copepoden. II. Theil: Harpacticidae. Von **Dr. Otto Schmeil.** Mit 8 Tafeln und 2 Figuren im Text. 1894.

4171

BIBLIOTHECA ZOOLOGICA.

Original-Abhandlungen
aus
dem Gesammtgebiete der Zoologie.

Herausgegeben
von
Dr. Rud. Leuckart in Leipzig
und
Dr. Carl Chun in Breslau.

◆ ◆ ◆

Heft 14.

Rudimentäre Wirbelthieraugen II.

Von Dr. C. Kohl.

Mit 6 farbigen Doppeltafeln.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1893.

Rudimentäre Wirbelthieraugen.

Von

Dr. C. Kohl.

Zweiter Theil.

Mit 6 farbigen Doppeltafeln.

◆

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1893.

Druck von A. Bonz' Erben in Stuttgart.

Meine ursprüngliche Absicht, die Untersuchungen über rudimentäre Wirbelthieraugen mit dem vorliegenden zweiten Theile dieser Arbeit abzuschliessen, hat sich leider nicht durchführen lassen. Die Schilderung des Maulwurfsauges hat einen so grossen Raum beansprucht, dass es sich nöthig gemacht hat, die Fragen nach dem Wesen und der Bedeutung der Rudimentarität überhaupt, soweit sie sich in den hier zur Beobachtung gekommenen Sehorganen geltend macht, ferner die Darlegung allgemeiner, Bau und Entwicklung des Auges betreffender Principien, auf welche der Gang meiner Untersuchungen ein Licht geworfen, für einen dritten, Schlusstheil, vorläufig zurückzustellen. Zur Erreichung der angegebenen Ziele wird sich dieser letzte Theil besonders mit einer genauen Vergleichung zwischen den beschriebenen, angeblich rudimentären Sehorganen und den Augen möglichst nahe verwandter unzweifelhaft normaler Wirbelthiere zu beschäftigen haben.

Die Untersuchungen für den vorliegenden Abschnitt wurden ebenfalls im Laboratorium des Herrn Geh. Rathes Prof. Dr. R. Leuckart zu Leipzig angestellt, und möchte ich nicht verfehlen, meinem hochverehrten Lehrer auch an dieser Stelle für seine gütige Unterstützung, Anregung und Belehrung meinen tiefgefühlten Dank auszusprechen.

Der Verfasser.

Das Auge von Talpa europaea.

Betreffs der Litteratur verweise ich auf meine in der Zeitschrift für Naturwissenschaften Bd. 65, Heft III 1892, p. 144 ff. veröffentlichte kleine Arbeit: „Uebersicht über die historische Entwicklung unserer Kenntnisse von den Gesichtsapparaten des Maulwurfs."

Ehe ich zur Besprechung des Organes schreite, mögen ein paar erklärende Worte vorausgeschickt sein.

Die Untersuchungen wurden an Maulwürfen angestellt, die meistens ganz frisch getödtet waren. Bei den erwachsenen Thieren wurde dann grösstentheils das Fell sorgfältig abgezogen, und das Auge durch einen Messerschnitt vom Kopfe losgetrennt. Oefters wurde indessen auch das Fell in seinem Umkreise stehen gelassen. Die Conservirung geschah theils in Sublimat-Essigsäure, theils in Chrom-Osmium-Essigsäure, seltener in Müller'scher Flüssigkeit. In einzelnen Fällen wurde der ganze Schädel conservirt und dann zum Entkalken in sehr verdünnte Salzsäure gebracht, später der Länge nach in zwei Hälften zerspalten und diese in toto geschnitten. Die Einbettung geschah stets vermittelst Paraffin, von verschiedenen Schmelzpunkten

Von den zahlreichen Färbungen hat mir neben der einfachen Haematoxylin-Methode vor Allem die Anwendung von Borax- und Indig-Carmin nacheinander auf dasselbe Präparat mit folgender Differenzirung in concentrirter Oxalsäure gute Dienste geleistet. Hübsche Resultate ergab auch der Gebrauch von Weigert'schem Haematoxylin mit Nachbehandlung durch doppeltchromsaures Kali in wässeriger Lösung. Die von Retzius u. A. mit so grossem Erfolge angewendeten Methylenblau-Methoden, wurden mir leider zu einer Zeit erst bekannt, wo ich kein frisches Material mehr erlangen konnte, und an conservirtem ergaben sie so gut, wie gar kein Resultat. Auch mit den Silber-Methoden musste ich mich auf das Auge des erwachsenen Thieres beschränken.

Die Embryonen wurden fast stets ganz frisch getödteten Mutterthieren, grossentheils noch lebend, entnommen und in toto conservirt.

Ich unterscheide im Folgenden elf Embryonalstadien, und zwar setze ich dabei als Massstab für das Alter, in Ermangelung besserer Anhaltspunkte, die Thierlänge. Dieselbe wurde gemessen an dem von jeder Hülle befreiten Embryo. Beim erwachsenen Maulwurfe wurde die Distanz zwischen den Parietalia des, wie beim grossen Embryo gebeugten Kopfes und der Schwanzwurzel als Thierlänge angenommen.

Die Masse für die einzelnen Theile des Auges sind nach Schnitten bestimmt, die, soweit im Text nicht ausdrücklich anders angegeben, sämmtlich parallel zu einer auf der Fläche des Bulbusaequators senkrecht stehenden, also z. B. den Opticus ungefähr der Länge nach treffenden Ebene geführt waren. Kleine Differenzen in der Schnittrichtung liessen sich nun ja, besonders bei den Embryonen, nicht vermeiden. Ich habe indessen gerade auf möglichste Abschwächung dieses Uebelstandes besondere Aufmerksamkeit verwendet und darf daher annehmen, dass die von mir gegebenen Masse immer der Wahrheit wenigstens sehr nahe kommen.

Bulbus oculi.

Stadium I (4,5 mm). Taf. VI. Fig. 68.

Auf dieser niedrigsten Entwicklungsstufe des Maulwurfsauges, die ich habe erlangen können, zeigt es die Form der eben erst eingestülpten secundären Augenblase. Die beiden Wandungen derselben sind sich noch ziemlich ähnlich, doch ist die innere, die spätere *Retina*, bereits dicker geworden und setzt sich durchweg aus mehr Zellenlagen zusammen, als die äussere. Die Höhle der primären Augenblase, von welcher noch ein sehr grosser Teil übrig geblieben, steht mit der Höhle des Augblasenstiels in offener Verbindung, oder zeigt sich vielmehr deutlich als einfache Fortsetzung der letzteren. Die Linsenblase hat sich vom Körperepithel her eingesenkt und lässt die ersten Spuren der beginnenden Abschnürung erkennen. Die foetale Augenspalte scheint eben erst entstanden zu sein, doch ist sie noch auf den Bulbus beschränkt, die Einstülpung dehnt sich also vorläufig nicht auch auf den Augblasenstiel aus.

In der unmittelbaren Nachbarschaft der Augenblase hat sich eine Bindegewebsschicht von sehr wechselnder Stärke gegen das Mesodermgewebe der weiteren Umgebung zu differenziren begonnen. Man hat sie als die erste Anlage, einerseits der späteren Opticusscheiden, andererseits der Augenkapsel aufzufassen.

Abgesehen davon finden sich nirgends Gewebsteile, welche eine Schutzvorrichtung für das Sehorgan bilden würden, oder auch nur als erste Andeutung einer solchen, (also z. B einer Orbita), in Anspruch genommen werden dürften.

Stadium II (6,7 mm).

Das Auge ist immer noch auf dem Standpunkte der secundären Augenblase, deren beide Blätter durch einen breiten Spalt, den Rest der primären Blasenhöhle, getrennt sind. Von einer Iris, oder einem durch Verlängerung der Augbecherränder gebildeten Anfange dazu, findet sich noch keine Spur. Die Linse ist jetzt vollkommen abgeschnürt, die Linsengrube also zur Linsenblase geworden.

Die foetale Augspalte, deren Anfänge schon beim vorigen Stadium zu erkennen waren, hat sich nunmehr deutlich ausgebildet, und durch sie ist eine Menge Bindegewebe ins Augeninnere eingedrungen, wo es sich mit den schon auf früheren Entwickelungsstufen durch die distale Oeffnung des Augbechers hereingewachsenen Mesodermzügen zu vermischen begonnen hat.

In Bezug auf die Augenkapsel, sowie das Umhüllungsgewebe des Augblasenstiels zeigt vorliegendes Stadium keine Fortschritte. Andeutungen von schützenden Gewebsteilen finden sich auch hier nirgends.

Stadium III (8,5 mm). Taf I. Fig. I.

Das Auge steht auf dem Standpunkte der secundären Augenblase, bei der sich die zwei Blätter bereits sehr genährt haben, ohne jedoch, selbst im Iristheile nicht, zur gegenseitigen Berührung gelangt zu sein. Die foetale Augspalte steht weit offen und hat sich nunmehr auch auf den Augblasenstiel ausgedehnt.

Der Bulbus hat eine Tiefe von 0,2530 bei einer Höhe von 0,2514 mm. Die Dicke entspricht der Höhe, man kann also als Zahl für das annähernde Volumen des ganzen Organs 0,0084 cbmm berechnen.

Das Auge liegt in seiner vorderen, distalen Hälfte und, in Folge des unten zu besprechenden Ansatzes zur Auglid- resp. Drüsenbildung, auch im grössten Theile seiner hinteren proximalen Hälfte ganz frei da.

Stadium IV (10 mm).

Der Augapfel steht auch jetzt auf dem Standpunkt der secundären Augenblase, bei der stets noch ein ziemlich weiter Spalt zwischen den beiden Blättern als Rest der Höhle der primären Augblase übrig geblieben ist. Der Bulbus ist in lockeres Bindegewebe eingebettet, das zahlreiche Gefässe führt. Fettzellen lassen sich in der näheren Umgebung des Auges nicht nachweisen. Seine Tiefe beträgt 0,3595, seine Höhe 0,3046 mm, wonach es ein Volumen von 0,0175 cbmm besitzt.

Stadium V (11 mm). Taf. I. Fig. 2.

Der Bulbus lässt noch immer das Bild der secundären Augenblase erkennen. Wenn auch die beiden Blätter der Irisanlage sich meist fest aneinandergelegt haben, so giebt es doch auch, besonders ventral, häufig Stellen, wo der Spalt zwischen denselben ununterbrochen bis nach der Spitze der Iris hinreicht, mit anderen Worten also der Hohlraum der primären Augblase in der secundären bis zum Augbecherrande zu verfolgen ist. Die foetale Augspalte klafft weit. Das Auge liegt auch jetzt noch lediglich in lockeres Bindegewebe eingebettet. Skeletttheile, oder deren Anlagen finden sich nirgends in der Nähe: es existirt also z. B. eine Orbitalhöhle auf diesem Stadium nicht einmal in der ersten Andeutung.

Der Bulbus ist kugelig. Tiefe, wie Höhe messen 0,3789 mm. Sein Volumen beträgt also 0,028 cbmm.

Gegen Aussen liegt das Auge vollständig frei und ist nur ganz wenig durch die in der Entwicklung begriffenen Augenlider bedeckt.

Stadium VI (13 mm). Taf. I. Fig. 3.

Die zwei inneren Blätter der Irisanlage haben sich weiter genähert und so wieder ein erhebliches Stück von dem Reste der alten primären Augblasenhöhle verdrängt, es ist indessen immer unschwer die Becherform des Auges zu erkennen, dessen distale Oeffnung durch die Linse grösstentheils verschlossen wird. Die foetale Augspalte ist noch vorhanden, doch haben sich ihre Ränder etwas genähert.

Einen Schutz für das Auge durch Skeletttheile giebt es auch jetzt nicht. Die Augenlider sind einander etwas näher gerückt.

Der Bulbus ist 0,3133 mm tief, 0,3446 mm hoch, hat somit, als Rotationsellipsoid betrachtet, ein Volumen von 0,018 cbmm.

Stadium VII (17 mm).

Hier ist der Spalt zwischen den zwei ectodermalen Blättern der Irisanlage wieder sehr breit geworden (cfr. Iris.), das Auge zeigt die Form der secundären Blase also wieder weit deutlicher.

Der Augbecher wird von der Linse vollständig verschlossen, abgesehen natürlich von der Gegend der foetalen Augspalte, deren Ränder sich weiter genähert, aber noch nicht zusammengeschlossen haben.

Aeusserlich ist das Auge in Folge der Ausbildung der Augenlider und des theilweisen Verschlusses der Lidspalte nur in Form eines ganz kleinen schwarzen Punktes erkennbar. Es liegt auch auf dieser Entwicklungsstufe ganz ohne einen Schutz durch feste Gewebstheile am Schädel.

Seine Tiefe beträgt 0,4452, seine Höhe 0,4660 mm. Das Volumen des Organs stellt sich somit auf 0,048 cbmm.

Stadium VIII (19,7 mm).

Der Spalt zwischen den beiden inneren Blättern der Iris ist hier wieder sehr schmal, die Figur des Augbechers daher wieder weniger deutlich, wenn auch noch wohl erkennbar. Die Iris liegt der Linse dicht an. Die foetale Augspalte hat sich noch immer nicht ganz geschlossen. Entsprechend dem weiter fortgeschrittenen Verschlusse der Lidspalte ist das Auge von Aussen noch weniger deutlich sichtbar. Feste Schutztheile für den Bulbus fehlen. Seine Tiefe zeigt 0,4602, seine Höhe 0,5168 mm. Das Augvolumen beträgt 0,057 cbmm.

Stadium IX (22,3 mm).

Die inneren Irisblätter sind hier wieder durch einen etwas breiteren Spalt getrennt. Zwischen Iris und Linse bleibt stets ein kleiner Zwischenraum. Auch der Verschluss der foetalen Augspalte ist noch nicht zu Stande gekommen. Aeusserlich schimmert das Auge nur schwach durch die jetzt gänzlich verschlossene Lidspalte, resp. durch die, ja auch nicht sehr starken, Auglider selbst durch.

Durch Skelettheile wird der Bulbus nirgends geschützt.

Er hat eine Tiefe von 0,5769, eine Höhe von 0,5186 mm, woraus sich ein Volumen von 0,0812 cbmm ergibt.

In Folge der Drehung, welche der Augapfel durchgemacht hat, um sich hinter der Lidspalte zu halten, hat die Augaxe eine viel steilere Richtung erhalten; sie macht jetzt mit der Horizontalebene einen Winkel von etwa 42°.

Stadium X (27,5 mm). Taf. I. Fig. 4.

Zwischen dem retinalen Blatte der Iris und deren Pigmentepitheltheil ist jeder Zwischenraum nunmehr verdrängt worden.

Die Iris hat sich stark verlängert und mit ihrem freien Rande mehr nach dem distalen Linsenpole hin vorgeschoben Das Auge zeigt also, wenigstens in seinen vorderen Partieen, wenig Ueberbleibsel mehr von dem Bilde des einfachen Bechers. Von Aussen ist es nur noch ganz undeutlich erkennbar, da, wie schon beim vorigen Stadium, die Lidspalte vollständig durch einen Epithelpfropf verschlossen ist. Die Lider haben sich einander ausserdem noch etwas mehr genähert und zwar sind sie sich zu diesem Zwecke beide etwa in gleichem Masse entgegengekommen. Die, freilich verstopfte, Lidspalte behält also ihre alte Stelle, und der Bulbus hatte nicht nöthig, um mit seinem distalen Pole hinter ihr zu bleiben, seine Lage zu verändern. Die Augaxe ist daher zu der Horizontalen so ziemlich unter demselben Winkel geneigt, wie beim Stadium IX (22,3 mm), nämlich c. 40°.

Der Bulbus hat eine Tiefe von 0,5560, eine Höhe von 0,6268 mm. Sein Volumen stellt sich auf 0,1015 cbmm.

Stadium XI (32 mm). Taf. I. Fig. 5.

Ein Rückschritt nach der Form des deutlich erkennbaren Augbechers hin ist nicht eingetreten. Der Winkel, welchen die Augenaxe mit der Horizontalebene macht, beträgt nur mehr etwa 30°. Da der distale Augpol sich gleichwohl hinter der verwachsenen Lidspalte gehalten hat, so ist anzunehmen, dass letztere etwas ventralwärts verschoben worden ist, was durch einseitige Annäherung des oberen Lidrandes an den unteren erklärt werden könnte.

Von Aussen ist das Auge vollständig unsichtbar. Es ist 0,5241 mm tief und 0,5525 mm hoch. Sein Volumen beträgt daher 0,0794 cbmm.

Das erwachsene Thier. Taf. I. Fig. 6.

Die Form des Augapfels zeigt die grösste Verschiedenheit. Derselbe besitzt nur in seltenen Fällen Kugelgestalt; meist stellt er ein Ellipsoid dar, und zwar, da zwei Achsen desselben (meist Tiefe und Dicke) stets einander gleich sind, im Allgemeinen ein Rotationsellipsoid, dessen lange Achse in der grossen Mehrzahl der Fälle die „Höhe“ bildet. Zuweilen kommt es freilich, und zwar augenscheinlich keineswegs immer nur in Folge gewaltsamer Einwirkung fremder Einflüsse (Druck während der Conservirung und drgl.) vor, dass die lange Achse des Ellipsoids mit der Augachse zusammenfällt, der Bulbus also eine bedeutendere Tiefe, als Höhe besitzt.

Die Ellipsoidgestalt wird häufig, aber keineswegs immer, durch eine mehr oder weniger bedeutende Vorwölbung der *Cornea* gestört. Ich habe indessen hierauf bei Berechnung der Volumina, die ja ohnehin nur ganz annähernde Zahlen ergeben konnte, keine Rücksicht nehmen zu müssen geglaubt.

Wie die Form, so ist auch die Grösse des Auges ganz gewaltigen individuellen Schwankungen unterworfen. Es misst z. B. die Augtiefe bei den von mir untersuchten, sehr zahlreichen Maulwürfen im Minimum 0,6896, im Maximum 1,0350 mm. Die Höhe schwankt zwischen 0,6034 und 0,9137 mm. Das Volumen des Organes hält sich innerhalb der Grenzen von 0,141 und 0,443 cbmm.

Hess[1]) gibt die Augtiefe auf „fast genau 1 mm“, die Höhe auf 9 mm an und bezieht den grösseren Längendurchmesser (Tiefe) „wesentlich auf die starke *Prominenz* der einem stumpfen Kegel ähnlich gebildeten *Cornea.*“ Abgesehen nun davon, dass es m. E. absolut unstatthaft ist, die von Hess angegebenen Zahlen, die ja in dem einen und dem anderen Falle der Wirklichkeit entsprechen mögen, einfach als für das Maulwurfsauge im Allgemeinen giltig anzunehmen, so darf auch nicht ohne Weiteres von einer starken Vorwölbung der *Cornea* gesprochen werden. Die Tiefe der vorderen Augenkammer ist nämlich ebenfalls ganz ungemein schwankend. Bei einer Anzahl der am besten conservirten meiner Präparate, bei der eine durch Schrumpfung, Druck etc. bewirkte Störung der natürlichen Lagenverhältnisse ganz, oder doch nahezu, als ausgeschlossen betrachtet werden darf, fanden sich für die Tiefe der vorderen Augenkammer, gemessen in der Augaxe, vom distalen Linsenpole bis zum proximalen Hornhautrande, die in nachstehender Tabelle verzeichneten Zahlen.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Augtiefe mm	1,0350	0,7758	0,7413	0,6637	0,4324
Tiefe der vorderen Augenkammer mm . . .	0,1105	0,0983	0,0741	0,07	0,0585
Verh. von Tiefe der vorderen Augenkammer zu Augtiefe	1 : 9,36	1 : 7,89	1 : 10	1 : 9,48	1 : 7,39

---

[1]) C. Hess. Beschreibung des Auges von *Talpa europaea* und von *Proteus anguineus*, in: Graefe's Archiv f. Ophthalmologie XXXV. 1. 1888.

Die Tiefe der vorderen Augenkammer ist also sehr schwankend. In keinem Falle, und zwar handelt es sich hiebei keineswegs nur um die in der Tabelle als Muster angegebenen fünf, sondern um eine weit bedeutendere Anzahl untersuchter Maulwurfsaugen, ging dieselbe jedoch über die sub. I verzeichnete Zahl hinaus. Dass sie jemals 0,2 betragen sollte, erscheint mir kaum glaublich, viel eher möchte ich der Annahme zuneigen, dass Hess das angegebene Mass von einem Präparat genommen hat, das eine, in Folge äusserer Einflüsse künstlich aus ihrer normalen Lage gebrachte *Cornea* (vielleicht auch Linse) besass. Es kommt daher thatsächlich auch niemals das von Hess angegebene Verhältniss 1:5 bei der Vergleichung der Dimensionen von vorderer Augenkammer und Augenachse heraus: im Falle der relativ bedeutendsten Vorwölbung der *Cornea* stellt sich dasselbe, wie man sieht, auf 1:7,89, und auch dies muss schon als Ausnahme betrachtet werden.

Noch weniger scheint es mir glaublich, dass der Glaskörper die bedeutende Tiefe von 0,3 mm, wie Hess angiebt, jemals erreichen sollte. Nach meinen Präparaten, bei welchen selbstverständlich die unvermeidliche Schrumpfung des *Corpus vitreum*, sowie kleine Differenzen der Schnittrichtung in Rechnung gezogen wurden, betrug die Distanz zwischen dem proximalen Linsenpole und der distalen Netzhautfläche, in der Augenaxe gemessen, niemals mehr als 0,123, gieng aber oft auf 0,091; 0,07; 0,03; ja gelegentlich sogar auf 0,025 mm herunter.

Betreffs des Verhältnisses, in welchem die übrigen Augtheile zum Aufbau des Bulbus beitragen, cfr. das Nähere in den betreffenden Abschnitten.

Das Auge liegt am Schädel ohne jeden Schutz durch knöcherne Skeletttheile. Die Orbitalhöhle ist ganz flach und könnte ihm daher nur mangelhafte Deckung gewähren, auch wenn das Sehorgan sich in ihrem tiefsten Theile, direkt an der Schädelwand, befinden würde. Dasselbe sitzt jedoch auf einem die ganze Orbitalhöhle mehr als ausfüllendem bindegewebigen, zuweilen auch Fettzellen führenden Polster, so dass es sich z. B. durch einen ganz eben geführten Messerschnitt ohne jede Verletzung knöcherner Theile vom Kopfe abschälen lässt.

Auffallend ist die unsymmetrische Lage der beiden Augen, die sich nicht selten constatiren lässt. In 52 von mir darauf untersuchten Fällen waren nur einmal beide Augen vom vorderen Schädelende gleichweit entfernt. Sechsunddreissigmal war das linke Auge vom oralen Oberkieferende weiter entfernt, als das rechte, und nur zwölfmal war das Gegentheil der Fall. Die Differenz war meist nicht sehr bedeutend, betrug indessen in zwei Fällen doch 1,2 mm. Im Durchschnitt (gewonnen durch Vergleichung der 52 Fälle) war das linke Auge von der Trennungslinie der mittleren Schneidezähne des Oberkiefers 11,695, das rechte 11,46 mm entfernt, was eine durchschnittliche Differenz von 0,235 mm ergeben würde.

Ob der geschilderten unsymmetrischen Lagerung der Sehorgane eine Asymmetrie in der Anordnung anderer Theile des Maulwurfskörpers, also z. B. im Bau des Gehirnes, entspricht, vermag ich vorläufig nicht zu sagen, muss also auch darauf verzichten, die angegebene Thatsache zu erklären, immerhin glaubte ich, derselben Erwähnung thun zu sollen.

Zusammenfassung.

Die Wachsthumsverhältnisse des Maulwurfsauges soll folgende Tabelle zeigen:

Stadium	Thierlänge mm	Verh. von Thierlänge zu Augtiefe	Verh. von Thierlänge zu Aughöhe
III	8,5	1:33,5	1:33,8
IV	10	1:27,8	1:32,8
V	11	1:29	1:29
VI	13	1:41,5	1:37,7
VII	17	1:38,1	1:38,6
VIII	19,7	1:42,8	1:38,1
IX	22,3	1:38,6	1:43
X	27,5	1:49,4	1:43,8
XI	32	1:61,2	1:57,9
Erwachsenes Thier	c. 140	1:176,7	1:175

Für das erwachsene Thier sind hierbei Durchschnittswerthe angenommen, und zwar, neben der Körperlänge mit 140 mm, für die Augtiefe 0,792 und für die Aughöhe 0,7998 mm.

Aus der Tabelle geht hervor, dass auch beim Maulwurf das Auge mit fortschreitender Weiterentwicklung des Embryo in der Ausbildung immer mehr und mehr zurückbleibt, eine Erscheinung, die durch die Geburt des Thieres in erhöhtem Grade zum Ausdrucke gelangt.

Ob sich diese relative Abnahme des Sehorganes beim *Genus Talpa* in derselben Weise vollzieht, wie bei den meisten übrigen Säugern, oder ob vielleicht der Grad, oder das Tempo anders ist, lässt sich hier nicht entscheiden. Die Antwort auf diese Frage muss dem Schlusstheile vorliegender Arbeit vorbehalten bleiben.

Die Augenlider.

Stadium II (6,7 mm).

Eine Andeutung von Auglidern zeigt sich zum ersten Male auf dieser Entwicklungsstufe, und zwar in Form einer das Auge kreisförmig umgebenden Aufwulstung der Körperhaut, welche auch die dem Ectoderm direkt unterliegenden mesodermalen Gewebstheile mitmachen.

Stadium III (8.5 mm).

Die beim vorigen Stadium beschriebene Aufwulstung hat weitere Fortschritte gemacht. Ihre dem Bulbus zugekehrte Fläche ist viel steiler geworden und jetzt fast parallel zur Augenaxe gerichtet. Zugleich hat sich diese innere Fläche der Aufwulstung rings um das Auge herum stark in die Tiefe gesenkt, so dass der Bulbus dorsal bis weit über das Niveau seines proximalen Poles, ventral bis über das seines Aequators hinaus von einer Spaltöffnung umschlossen ist, die frei mit der Aussenwelt communicirt.

Der Spaltraum ist von dem miteingesenkten einschichtigen ectodermalen Körperintegument ausgekleidet. An der tiefsten Stelle ist letzteres, ziemlich unvermittelt, vielschichtig geworden. Seine Zellen haben sich verändert und zeigen jetzt statt der Platten- resp. Cylinder-Gestalt eine kugelige Form, die jedoch meist in Folge der gegenseitigen Pressung einer polyedrischen hat weichen müssen.

Stadium IV (10 mm).

Das vorliegende Stadium zeigt in Ausbildung der Lidanlage keinen Fortschritt, aber auch kein Zurückbleiben.

Stadium V (11 mm).

Der ringförmige Wulst der früheren Stadien hat sich stark vergrössert und dem Auge zugeneigt. Der Winkel, den seine innere Wand mit der Grundfläche, d. h. hier dem das Auge deckenden Epithel, bildet, ist im Umkreise des Bulbus immer mehr in die Tiefe gewachsen (dorsal bis weit über den Augaequator hinaus, ventral bis nahe in dessen Niveau). Dadurch hat sich rings um das Auge eine grosse Ringfalte gebildet, die schon ganz das Aussehen eines Lidapparates hat. Die Lidspalte ist hiebei noch sehr weit: sie klafft im Maximum 0,2125 mm. Die Lider sind sowohl Aussen, als an ihrer inneren, dem Auge zugekehrten Seite mit dem Körperepithel bekleidet, das hier, wie das der *Cornea*, mit dem es im ununterbrochenen Zusammenhang steht, den Anfang zur Epidermisbildung gemacht hat. Es hat sich ein *Rete Malpighii*, das hier aus den typischen Cylinderzellen besteht, gebildet, und ausserhalb desselben haben sich 1—2 Schichten flacher Zellen aufgelagert. Auf der Innenseite des *Rete Malpighii* setzen sich an dasselbe da und dort bereits Bindegewebszüge an und bilden die erste Anlage einer *Cutis*.

Stadium VI (13 mm).

Auf dieser Stufe zeigen die Auglider fast gar keinen Fortschritt. Das einzige Bemerkenswerthe ist, dass sie sich etwas mehr genähert haben, sodass ihre gegenseitige Entfernung jetzt 0,2040 mm im Maximum beträgt. Ein mit Sicherheit als solcher in Anspruch zu nehmender Anfang zum Verschlusse der Lidspalte zeigt sich noch nicht.

Stadium VII (17 mm).

Die weiteste Distanz der beiden Lidränder, gemessen je von der äusseren Fläche des *Rete Malpighii* aus, beträgt jetzt 0,1098 mm. Diese Stelle liegt indessen nicht dem distalen Augenpol gegenüber, sondern ist ein Stück weit gegen den vorderen Augwinkel hin verschoben.

Die Zellen des *stratum corneum* auf der äusseren Seite der Auglider zeigen eine sehr weitgehende Vermehrung und wuchern über die äusseren Lidränder hin in den bis dahin offenen Raum der Lidspalte hinein, den sie auf vorliegender Entwicklungsstufe bereits zu einem grossen Theile ausfüllen. Es bleibt davon nur noch eine Oeffnung von 0,0673 mm Durchmesser frei. Auf der Innenfläche der Auglider ziehen sich die hineingedrungenen Epidermiszellen in einer Schicht, die freilich immer mehr an Stärke verliert, weit gegen die Lidwinkel, den *fornix Conjunctivae*, hin. Dorsal erreichen sie ihn beinahe; die Entfernung vom inneren Lidrande bis zu der Stelle, wo die eingewanderten Zellen auf der Innenfläche des oberen Anglides aufhören, beträgt 0,26 mm; ventral sind sie längs der inneren Anglidfläche viel weniger weit vorgedrungen, denn jene Entfernung misst hier nur 0,15 mm.

Die Lidspalte ist also in einem grossen Theile ihrer Ausdehnung von einem Epithelpfropf verschlossen, der direkt vor der Linse, in der verlängerten Augenaxe gemessen, eine Mächtigkeit von 0,1040 mm besitzt. Die noch offene Stelle liegt in der Mitte zwischen den Lidrändern, ist daher vom distalen Augenpol weg ebenfalls gegen den vorderen Augwinkel hin verschoben. Der Conjunctivalsack ist hier, wie vor der Linse selbst, 0,0118 mm stark.

Das *Rete Malpighii* betheiligt sich an der beschriebenen Wucherung niemals direkt. Seine Zellen, auf der Aussenfläche der Auglider etwa kubisch, besitzen auf der Innenfläche die charakteristische Cylinderform (0,0104 mm hoch), und nehmen erst gegen den Lidwinkel hin wieder kubische Gestalt an. Nach Aussen liegen dem *Rete Malpighii* 1—2 Lagen platter Zellen, das *stratum corneum*, auch an den Stellen auf, die von den eingewanderten Epidermiszellen nicht mehr erreicht werden.

Stadium VIII (19,7 mm).

Die Distanz der beiden Lidränder, d. h. der Aussenflächen der beiderseitigen Abschnitte des *Rete Malpighii*, beträgt jetzt 0,1272 mm. Die Lidöffnung ist durch den für's letzte Stadium näher beschriebenen Epithelpfropfen auf 0,0212 mm verengt. Am Innenrande der Augenlider ziehen sich die Lagen der eingewanderten Epidermiszellen nunmehr dorsal 0,1587, ventral 0,1410 mm weit gegen den betreffenden *fornix Conjunctivae* (Lidwinkel) hin.

Der distale Augenpol liegt auch hier nicht hinter der noch übrig gebliebenen Oeffnung; letztere ist vielmehr ebenfalls oralwärts, sowie ausserdem auch ein wenig dorsalwärts verschoben. Doch ist beides nicht in dem hohen Grade der Fall, wie beim vorigen Stadium.

Nahe der Stelle, wo die Lider dorsal resp. ventral in die Körperhaut und die darunter liegenden bindegewebigen Theile übergehen, also in gewisser Entfernung von den das Auge selbst deckenden Theilen treten nun die ersten Haaranlagen auf.

Stadium IX (22,3 mm).

Die äusseren Flächen der den Lidrändern angehörigen Theile des *Rete Malpighii* haben sich auf 0,07 mm genähert. Der Verschluss der Lidspalte durch eingewanderte Zellen des *stratum corneum* ist nunmehr insofern ein vollständiger geworden, als das Auge dadurch absolut verhindert ist, mit der Aussenwelt direkt zu communiciren. Die ausfüllenden Zellmassen, die von den Lidrändern her gegen die Mitte der Lidspalte vorschritten, haben aber erst in den mittelsten Partieen derselben ihre Bestimmung erfüllt; während die äusseren, also distalen, und die inneren, dem Auge zugekehrten Theile des Lidloches noch nicht von den Epithelzellen occupirt worden sind. Der schliessende Pfropf zeigt daher sowohl von der äusseren Körperfläche, als von der inneren Fläche der Lider aus betrachtet, noch beiderseits eine ziemlich tiefe Einsenkung.

Durch die weitere Annäherung der Lidränder selbst aneinander, an der aber das untere, und besonders dessen caudaler Abschnitt, sich viel mehr betheiligt, als das obere, ist abermals eine Verschiebung der Lidspalte oralwärts und dorsalwärts erfolgt. Beim vorliegenden Stadium hat nun aber auch der Bulbus eine entsprechende Lagenveränderung erfahren, um mit seinem distalen Pole hinter die Mitte der (verwachsenen) Lidspalte zu liegen zu kommen. Er hat diese Lage allerdings nicht vollständig eingenommen, kommt derselben aber entschieden weit näher, als dies beim letztbetrachteten Stadium der Fall war.

Stadium X (27,5 mm).

Die Lidränder sind 0,0708 mm von einander entfernt. Die zwischen ihnen liegende Lidspalte ist durch den öfters beschriebenen Epithelpfropf vollständig verschlossen. Dieser hat eine Dicke (Tiefe) von 0,2479 mm und setzt sich in der geschilderten Weise auf die Innenfläche der Auglider fort.

Stadium XI (32 mm).

Es haben sich die Lidränder jetzt bis auf 0,0248 mm einander genähert. Der ausfüllende Epithelpfropf hat eine Dicke (Tiefe) von 0,2655 mm gewonnen. Er setzt sich, allmählich immer dünner werdend, auf der Innenfläche der Lider proximalwärts fort und zwar dorsal 0,1947, ventral 0,2297 mm weit. Die Vermehrung der Zellen des *stratum corneum*, die das Material zur Ausfüllung der Lidspalte liefern, ist sehr gesteigert worden, und es musste daher auf diese oder jene Weise für sie Platz geschaffen werden. Dies ist einerseits durch die geschilderte Weiterausbreitung an der Innenfläche der Augenlider geschehen, andrerseits aber sind auf dieses Bestreben verschiedene Einstülpungen oder, vielleicht besser gesagt, Eindrückungen der Lidränder selbst zurückzuführen. Diese Erscheinung findet sich schon bei den letzten Stadien, hat aber beim vorliegenden zuerst in grösserem Umfange Platz gegriffen. Neben einigen kleineren Einbuchtungen derselben Art findet sich hier nämlich am Lidrande, nahe dessen innerer Grenze, eine ca. 0,07 mm tiefe grubenartige, ringförmige Eindrückung des *Rete Malpighii* in die ihm unterliegenden mesodermalen Gewebstheile hinein. Die Ränder der Spalte klaffen ca. 0,0527 mm weit; sie wird von den Epithelzellen des Pfropfes vollständig ausgefüllt.

Auf dieselbe Ursache dürfte auch folgendes abnorme Verhalten des Auglides, das ich bei einem Embryo der vorliegenden Entwicklungsstufe beobachtet habe, zurückzuführen sein. Es scheint hier nämlich die äussere Hälfte des oberen Augenlides über das untere sich herübergezogen zu haben. Die Innenfläche dieses verlängerten oberen Lides ist mit der Aussenfläche des in seiner Lage unveränderten unteren durch Vereinigung der beiderseitigen *Strata cornea* verwachsen. Die innere Hälfte des oberen Auglides ist in ihrer alten Lage geblieben und sein Lidrand ist von dem des unteren ca. 0,025 mm entfernt; die Spalte zwischen beiden ist durch den bekannten Epithelpfropf verschlossen, dessen Elemente mit den Epithelzellen, welche dem oberen Auglid von Innen, dem unteren von Aussen anliegen, in direktem Zusammenhang stehen.

Von Aussen nach Innen betrachtet stellt sich hier also ein Epithelpfropf dar, der zunächst in ventrodorsaler Richtung zwischen die Auglider hineingewachsen, dann unter rechtem Winkel umgeknickt worden zu sein scheint, in Folge dessen er nun seinen Weg in distal-proximaler Richtung fortsetzt, immer den Raum zwischen den Lidern ausfüllend und sich endlich in der mehrfach beschriebenen Weise an der Innenfläche der letzteren ausbreitend.

Thatsächlich hat sich die geschilderte Erscheinung wohl folgendermassen vollzogen. Die Auglider lagen sich zunächst in der gewöhnlichen Weise, mit ihren Rändern 0,025 mm von einander entfernt, gegenüber; die Lidspalte war durch Epithelzellen, die von den benachbarten Theilen der Aussenflächen beider Auglider her eingewandert waren, ausgefüllt. Diese Zellen fingen nun an, aus unbekannten Gründen sich in noch rascherem Tempo, als gewöhnlich zu vermehren, so dass zu ihrer Unterbringung bald das auch hier angewendete Mittel der Grubenbildung im Lidrande nicht mehr ausreichte. Der durch das schnelle Wachsthum des Epithelpfropfes nach allen Seiten ausgeübte Druck wirkte nun augenscheinlich auf die äussere (distale) Hälfte des oberen Lidrandes weniger intensiv, als anderwärts, und so war es nur dieser Partie möglich, ohne allzugrosse Behinderung weiter zu wachsen. Der einzige Weg, der dazu vorhanden blieb, war nun der, welcher über das untere Auglid hinführte. Der Raum zwischen beiden Lidern wurde dann sofort durch die neugebildeten, resp. durch die von der Aussenfläche beider Lider her neu eingewanderten Epithelzellen wieder ausgefüllt.

Das geschilderte Verhalten der Augenlider war übrigens auf die orale Hälfte des Auges beschränkt.

Das erwachsene Thier.

Fast in allen Fällen ist die Lidspalte nun wieder vollständig geöffnet. Von den Zellen des auf embryonaler Stufe sie ausfüllenden Epithelpfropfen ist immer jede Spur verschwunden. Nur die rinnenförmigen Einbuchtungen an den Lidrändern, die, wie das vorige Stadium gezeigt hat, dem Raumbedürfniss der stark vermehrten Epithelzellen ihren Ursprung verdanken, geben noch Kunde von ihrer früheren Anwesenheit. Daraus, dass diese Rinnen an Zahl zugenommen haben, (man zählt beim erwachsenen Thiere bis zu drei, während beim höchstentwickelten der von mir untersuchten Embryonen fast immer nur eine, ganz selten der Anfang einer zweiten sich zeigte), geht hervor, dass zwischen der Stufe jenes Embryo und der des erwachsenen Thieres die Vermehrung der Epithelzellen, und andrerseits die gegenseitige Annäherung der Lidränder noch zugenommen haben muss. In Folge des letzteren Umstandes wurde der Raum für die Epithelzellen noch weiter verringert und es musste für sie anderweitig Platz geschaffen werden, was hauptsächlich durch die erwähnte Rinnenbildung geschehen ist.

Schon beim letzten embryonalen Stadium liess sich in seltenen Fällen eine vollständige Verwachsung der beiden Lidränder constatiren, die Lidspalte war also nicht bloss durch den Epithelpfropf verschlossen, sondern die Auglider selber waren, unter Resorption der Conjunctiva an der betreffenden Stelle, ineinander übergegangen. Eine solche innige Vereinigung erstreckte sich indessen niemals auf den Lidrand in seiner ganzen Ausdehnung, also auf die gesammte Dicke des Auglides, sondern war immer auf eine verhältnissmässig schmale Stelle am inneren, oder äusseren Lidrande beschränkt. Der Rest der Lidspalte wird dabei von den Epithelzellen in der gewöhnlichen Weise ausgefüllt. Beim ausgebildeten Thiere tritt eine derartige unmittelbare Verwachsung nun ebenfalls auf, freilich nur in ganz seltenen Fällen. (Unter etwa fünfzig daraufhin untersuchten Thieren fand ich sie nur einmal ganz deutlich, ein zweites Mal andeutungsweise.) Die übrige Lidspalte war dabei aber stets offen, also frei von den hereingewucherten Elementen des *stratum corneum*. Die Entwicklungshemmung, die auch in diesem Falle, aus anderen Gründen, angenommen werden muss, ist also dann zu einer Zeit eingetreten, wo die Wiederöffnung der Lidspalte bereits in Angriff genommen, allein noch nicht vollständig durchgeführt war.

Der beschriebene Fall stellt aber, wie bemerkt, stets eine seltene Ausnahme dar, und es ist somit ganz unrichtig, im Allgemeinen zu behaupten, dem erwachsenen Maulwurfe fehle eine offene Lidspalte, wie dies von den Neueren z. B. Semper[1]) thut.

Für die Weite der Lidspalte Maſse anzugeben, hat keinen Zweck, da die Lider ja, wenigstens bis zu einem gewissen Grade, beweglich sind und im Moment des Todes die allerverschiedenste gegenseitige Entfernung aufgewiesen haben mögen. Grösser als 0,4 mm kann übrigens, wie meine Untersuchungen an frischen Exemplaren gezeigt haben, der Durchmesser der Lidspalte, wenn überhaupt, so doch jedenfalls nur ganz ausnahmsweise werden. Ebensowenig lässt sich über die Stärke der Auglider im Umkreise der Lidspalte etwas genaueres angeben, man kann höchstens feststellen, dass dieselbe immer bedeutender ist, als der Durchmesser der Lidspalte. In vielen Fällen hatten die Lider nahe dem Lidrande eine Mächtigkeit von 1,3 mm, doch kam es sehr oft auch vor, dass ihre Dicke geringer, seltener, dass sie bedeutender war.

---

[1]) Semper. Die Existenzbedingungen der Thiere. Bd. I. p. 97 ff.

Lidrand und innere Fläche der Auglider sind von der *Conjunctiva* überzogen, die eine direkte Fortsetzung des Körperepithels bildet. Dieselbe besteht aus einem *Rete Malpighii*, dessen Zellen im Lidrand und den vorderen Theilen der inneren Lidflächen cylindrisch, oder cubisch und mit kugeligen Kernen versehen sind; gegen den *fornix Conjunctivae* hin verlieren sie aber unter allen Umständen ihre Cylindergestalt, und werden cubisch, häufig sogar dick-plattenförmig, die Kerne behalten jedoch die Kugelform bei.

Nach Aussen folgen auf das *Rete Malpighii* zwei Lagen kernführender Zellen des *stratum corneum*. Dieselben haben selten cubische, meist mehr oder weniger dicke Plattenform mit kugeligen, oder länglich-ovalen Kernen, deren lange Achse dann parallel zur Fläche der Schicht verläuft. Die äussersten beiden Lagen der *Conjunctiva* bilden verhornte, langgestreckte, schuppenartige Zellen, die meist keine Spur eines Kernes mehr zeigen. Sie finden sich von der Lidspalte aus indessen nur etwa bis in die Mitte der inneren Lidfläche, von dort aus bis zum Lidwinkel fehlen sie vollständig.

Im Gegensatz zur cornealen Conjunctiva schliesst sich an die des Lides innen stets eine aus feinen, enggeschichteten, kernarmen Bindegewebszügen gebildete *Cutis* an, die etwa dieselbe Mächtigkeit hat, wie die Epidermis an der gleichen Stelle.

Die Hauptmasse des Auglides besteht aus losen unregelmässig verlaufenden Bindegewebsmassen mit reichlichen, aber kleinen Gefässen. Bei vielen, jedoch nicht allen Exemplaren tritt auch der sogenannte Lidknorpel auf, d. h. eine durch Verflechtung und Verfilzung zu einem besonderen Festigkeitsgrade gebrachte Bindegewebspartie, nicht weit vom Lidrande entfernt.

Die äussere Fläche der Auglider ist immer dicht mit Haaren besetzt und zwar bis an den Lidrand hin: es ist also unrichtig, wie man vielfach gethan hat, zu behaupten, dass die Auglider des Thieres, weil haarlos, äusserlich leicht von dem umgebenden Felle zu unterscheiden seien. Es kann ja sein, dass die Haare einmal etwas weniger dicht stehen: gross ist dieser Unterschied aber jedenfalls niemals, und unter keinen Umständen so bedeutend, dass er sich ohne sehr genaue Untersuchung nachweisen liesse.

Am Lidrande, und zwar an seiner äusseren Hälfte, finden sich stets einige sehr starke, borstenähnliche Haare: d. h. Augenwimpern. Dieselben sind schräg nach Aussen gerichtet und kreuzen sich daher gegenseitig, eine Einrichtung, die jedenfalls zum Schutze des Sehorgans gegen Fremdkörper beizutragen bestimmt ist.

Was die Beweglichkeit der Lider, besonders des oberen, betrifft, so ist eine solche in dem gewöhnlichen Sinne, wenn überhaupt vorhanden, jedenfalls ganz unbedeutend, da die dazu nöthigen Muskeln bis auf wenige, zweifelhafte Spuren ganz fehlen.

Um diesem Uebelstande abzuhelfen, besteht ein besonderer, in dieser Art meines Wissens sich sonst nirgends findender Muskelapparat. Es zieht sich nämlich vom hinteren Augpole her, der Sclera meist dicht anliegend, ein System von Muskelbündeln um den Bulbus herum und in die Lider hinein, in deren bindegewebige Hauptmasse die Sehnen ausstrahlen. Zum Theil treten sie auch an, resp. in den Lidknorpel. Diese Muskeln erreichen damit jedoch nie das Niveau des vorderen Augenpoles, werden also nicht zur gegenseitigen Berührung oder Kreuzung kommen. Vor Allem ist zu beachten, dass sie in der Hauptsache auf diejenigen Theile der Lider beschränkt sind, die neben der Lidspalte d. h. oral und caudal von dieser liegen: in den eigentlichen, getrennten Auglidern fehlen sie zwar auch nicht vollständig, reichen jedoch hier immer nur ein ganz kleines Stück weit über das Niveau des *Fornix* distalwärts hinaus.

Am proximalen Augenpole, oder in dessen Nähe finden sich nirgends feste Theile, an welche sich die fraglichen Muskeln inseriren würden: sie hängen vielmehr unter sich insofern zusammen, als starke, sehnenartige Bindegewebsstränge, die, von der Gegend des Augpoles aus ja nach allen Richtungen hin, parallel zur Bulbus-Fläche in die Lider hineinstrebenden Muskelbündel mit einander verbinden. In einzelnen Fällen traten in diesen Bindegewebszügen ebenfalls wieder ganz zweifellose Muskelfasern auf, es hatte sich also um den Bulbus eine aus Muskeln gebildete Hohlkugel angeordnet, deren proximale und aequatoriale Theile der Sclera dicht anliegen, mit dieser wohl auch durch bindegewebige Fasern verbunden sind, während sie in ihren distalen Partieen zu dem Gewebe der Augenlider in innigem Zusammenhange tritt. Die Hohlkugel stellt übrigens keineswegs eine compacte Masse, eine geschlossene Fläche, dar. Es handelt sich dabei vielmehr um ein dichtes Flechtwerk von Muskelbändern, zwischen denen, besonders in der Gegend des proximalen Augenpoles, noch reichlich Raum für den Durchtritt der Augmuskeln, Nerven, Gefässe etc. des Bulbus frei bleibt.

Die Contraction einer Partie dieses Muskelapparates wird nun bewirken, dass beide Auglider in der Richtung auf den contrahirten Theil hin gezogen werden, dadurch wird die Lidspalte ihre Lage verändern, und Theile der ungetrennten Auglider kommen vor die Pupille zu liegen, schützen also das Auge gegen äussere Einflüsse. Die Unverschliessbarkeit der Lidspalte würde dem Sehorgan ja zweifellos Nachtheile bringen. Die Einrichtungen, welche sonst eine Beweglichkeit der Lider ermöglichen, sind im Maulwurfsauge nun aber nicht ausgebildet worden. Der Grund dafür ist mir freilich nicht erfindlich, vielleicht ist er in der grossen Weite und Flachheit der Orbitalhöhle und dem dadurch entstandenen Mangel eines geeigneten Insertionspunktes für den *Musc. levator palpebrae* zu suchen. Es hat sich nun der geschilderte Apparat entwickelt, der es ermöglicht, im gegebenen Momente die Lidspalte von dem Orte, wo sie schädlich wäre, wegzuschieben. Es handelt sich dabei also in der Wirkung um eine ähnliche Einrichtung, wie sie bei anderen Wirbelthieren die hier nicht ausgebildete Nickhaut darstellt, nur dass diese mehr oder weniger durchsichtig zu sein pflegt.

Bei einer allgemeinen oder partiellen Contraction des fraglichen Muskelapparates würde dann aber weiterhin noch ein Druck auf den Bulbus, dem der Muskel ja dicht anliegt, oder von dem er nur durch eine dünne Bindegewebsschicht getrennt ist, ausgeübt werden. In Folge dessen wird der Augapfel nach vorne distalwärts geschoben. Hat nun, eben in Folge der oben geschilderten Muskelthätigkeit, eine Lagenveränderung des Lidloches stattgefunden, so wird nun der Bulbus gegen die Innenfläche des oberen, unteren, oralen, caudalen Auglides, je nach der Richtung, in welcher die Contraction gewirkt hat, angepresst, und so der Schutz, den das Lid dem Bulbus gewährt, noch erhöht werden.

Dass man es bei dem Muskel mit einem dem Maulwurfe ausschliesslich eigenen Apparate zu thun haben sollte, möchte ich nicht annehmen, doch ist es mir freilich nicht möglich, bei den anderen höheren Wirbelthieren entsprechende Muskeln mit Sicherheit zu bezeichnen. Am ehesten möchte ich dabei noch an den Orbitalmuskel denken, der sich häufig um den Bulbus, wenigstens längs seiner ventralen und proximalen Fläche, herlegt. Der grossartige Lidmuskelapparat des Maulwurfs wäre dann ein, besonders dorsalwärts stark weiterverbreiteter und auch sonst bedeutend vergrösserter *Musc. orbitalis*.

Nahe läge auch die Annahme, den Apparat als eine Verbindung eines Orbitalmuskels mit den Anlagen von Palpebralmuskeln aufzufassen. Die letzteren vermochten wegen des beinahe vollständigen Fehlens einer Orbitalhöhle und der dadurch bedingten grossen Entfernung fester Skeletttheile, an denen sie inseriren könnten, ihre gewöhnliche Bestimmung, d. h. Bewegungsmuskeln für die Lider darzustellen, nicht zu erreichen. Sie wurden dann, unter entsprechender Umlagerung, zur Bildung des Apparates mit herangezogen, der gerade dem Uebelstande, dass sie in der Erfüllung ihrer Aufgabe gehindert waren, abzuhelfen bestimmt ist.

Zusammenfassung.

Die Augenlider entstehen auf früher Embryonalstufe in Form einer um das Auge herum sich bildenden kreisförmigen Aufwulstung der Körperhaut und des ihr unterliegenden Mesodermgewebes. Die innere Fläche dieses Ringwalles wird immer steiler, und als ihre Fortsetzung senkt sich im Umkreise des Bulbus eine Spalte in die Tiefe, die oft bis über den Aequator des Auges hinausgeht. Die Spitze der Aufwulstung wächst in die Länge und gegen den vorderen Augpol hin. Auf diese Weise entsteht frühe die deutlich erkennbare Form von Auglidern. Die dorsalen und ventralen Partieen dieser Ringfalte setzen das Wachsthum nun fort, während die oralen und caudalen mehr zurückbleiben.

Das Körperepithel, das vorher den Ringwulst und die vordere Bulbus-Fläche gleichmässig bekleidet hatte, entwickelt sich zur *Conjunctiva*, die in ihren Lidpartieen eine von ihren cornealen Abschnitten etwas verschiedene Ausbildung erhält.

Waren anfangs der dorsale und ventrale Abschnitt der Ringfalte, also das obere und untere Auglid, einander gleichmässig entgegengerückt, so beginnt später in Bezug auf das untere ein gesteigertes Wachsthum einzusetzen, und auch die caudale Partie nimmt wieder in höherem Grade an der Weiterentwicklung Theil. In Folge dessen wird die zwischen den Lidern freigebliebene Stelle, die Lidspalte, dorsal- und oralwärts verschoben, der distale Augenpol könnte also nicht mehr hinter der offenen Spalte liegen, wenn nicht der Bulbus selbst diese Verschiebung mitmachen würde. Eine solche Lagenveränderung der Lidspalte und entsprechendes Nachrücken des Bulbus lässt sich bis in die höchsten Embryonalstadien hinein constatiren, d. h. bis zu dem Verschlusse der Lidspalte, mit dessen Vollendung sie sofort aufhört. Die Lider wachsen sich von da an wieder ganz gleichmässig entgegen.

Der Verschluss der Lidspalte geschieht durch Hereinwandern von Elementen aus dem *stratum corneum* der äusseren Lidflächen. Diese Zellen verbreiten sich ein Stück weit auch auf die inneren Lidflächen. Noch nach vollständigem Verschlusse der Lidspalte wachsen sich die Lidränder indessen noch weiter entgegen, bis zur, wenigstens stellenweise erfolgenden, gänzlichen Verwachsung. Der Raum für die Epithelzellen wird dadurch immer mehr verengt. Da dieselben aber ihre Vermehrung nicht einstellen, muss für ihre Unterbringung anderweitig Platz geschaffen werden, und dies geschieht einerseits durch Weiterausbreitung über die Innenfläche der Lider, oft bis zum *Fornix* hin, und andrerseits durch Eindrückung der Lidränder in Gestalt von ringförmigen Rinnen, die sich im selben Auge mehrfach wiederholen kann.

Die Weite der Lidspalte, ohne Rücksicht auf den ev. Verschlusspfropfen, also die Distanz der Lidränder, sowie das Verhältniss dieser Entfernung zur Bulbushöhe bei den einzelnen Stadien soll die folgende Tabelle veranschaulichen.

Stadium	Thierlänge mm	Bulbushöhe mm	Distanz der Lidränder mm	Verh. von Liderdistanz zu Bulbushöhe
V	11	0,3789	0,2125	1 : 1,78
VI	13	0,3446	0,2040	1 : 1,69
VII	17	0,4660	0,1098	1 : 4,24
VIII	19,7	0,5168	0,0850	1 : 5,97
IX	22,3	0,5186	0,0700	1 : 7,41
X	27,5	0,6268	0,0708	1 : 8,85
XI	32	0,5525	0,0248	1 : 22,27

Die Wiederöffnung der Lidspalte, während, oder kurz nach der Geburt geht viel rascher vor sich, als der Verschluss, doch scheint immerhin eine gewisse Zeit dazu erforderlich zu sein. Man trifft ja beim Auge des erwachsenen Thieres, wenn auch selten, Auglider, welche noch innige Verwachsung zeigen, während die Zellen des Epithelpfropfen bereits wieder sämmtlich verschwunden sind.

Von der Lidmuskulatur fehlt auch bei den höchsten Embryonen jede Spur, sie scheint sich also unmittelbar nach der Geburt anzulegen. Ebenso verhält es sich mit dem sog. Lidknorpel.

Von Haarbildung zeigen sich schwache Spuren bei den höchsten Embryonen; besonders häufig sind die ersten Anlagen von einigen der starken Haare des Lidrandes, also der Wimpern, zu constatiren. Die allgemeine Behaarung der äusseren Lidfläche erfolgt indessen ebenfalls erst nach der Geburt.

Augendrüsen.

Stadium V (11 mm).

Auf dieser Entwicklungsstufe zeigen sich die ersten Spuren drüsiger Gebilde am Maulwurfsauge.

Im Gebiete des unteren Auglides, dicht bei dem vorderen Augwinkel, hat das *Rete Malpighii* der *Conjunctiva* eine Aussackung, nahe dem *Fornix Conjunctivae* erhalten, die zunächst allerdings nur von sehr geringer Ausdehnung ist. Sie stellt einen einfachen Schlauch dar, 0,07 mm lang, an seiner Mündung 0,0299 mm breit. Die Zellen des *Rete Malpighii*, die in einfacher Lage seine Wand bilden, haben hier kubische Form angenommen; am blinden Ende des Schlauches finden sie sich mehrschichtig angeordnet.

Eine noch weniger entwickelte Drüsenanlage zeigt sich in der caudalen Hälfte des unteren Auglides, doch vom hinteren Augwinkel ziemlich entfernt. Hier hat, ebenfalls neben dem *Fornix* (Lidwinkel) die *Conjunctiva* eine flache Grube zu bilden begonnen, die von den fast unveränderten Zellen des *Rete Malpighii* ausgekleidet wird.

Im oberen Auglide, etwa in der Mitte der oralen Lidhälfte, geht von der dem Auge zugekehrten Lidfläche, und zwar auch ungefähr von ihrer Mitte aus, eine solide, strangförmige Wucherung des *Rete Malpighii* in die Tiefe. Dieser Strang hat an seinem Anfange, wo er mit dem *Rete Malpighii* in festem Zusammenhange steht, eine Dicke von 0,0364 mm. Er wendet sich unter allmählicher Stärkezunahme zunächst annähernd in horizontaler Richtung verlaufend, gegen die Wandung der Riechkapsel. Kurz ehe er dieselbe erreicht, ist er 0,0637 mm dick geworden. Er biegt alsdann unter rechtem Winkel um und verfolgt nun, sich immer an jener Knorpelwand haltend, eine orale Richtung, in deren Verfolgung er sich zugleich ein wenig ventralwärts neigt. Kurz nach seiner Umbiegung ist seine Stärke wieder auf 0,0425 mm zurückgegangen und er behält diese bei, wenigstens solange ich ihn habe verfolgen können. Ueber seine Endigung Näheres zu erfahren, gestattete mir die Beschaffenheit meiner Präparate leider nicht. Ein *Lumen* besitzt der Strang niemals, doch ist sein Bau in den centralen Partieen viel lockerer und unregelmässiger, als in den peripherischen, die von einer sehr gleichartig angeordneten, enge gedrängten einfachen Zellenlage gebildet werden.

Im unteren Auglid, in der Mitte von dessen caudaler Hälfte, hat der Lidwinkel einen Schlauch abgehen lassen, der, wie die obenerwähnten Drüsenanlagen, ausschliesslich von Zellen des *Rete Malpighii* gebildet wird. Seine Wandung ist zunächst einschichtig. Er hat eine Anfangsdicke von 0,0212 mm und zieht sich vom Auglide aus direkt ventralwärts, zugleich auch etwas proximalwärts, in der Richtung auf die Mundhöhle zu. Bald wird seine Wandung mehrschichtig unter Verdrängung des bisher vorhanden gewesenen *Lumen*. Seine Dicke wächst dabei allmählich auf 0,0597 mm an. Der Schlauch biegt dann wieder unter rechtem Winkel um und zieht caudalwärts hin, zugleich noch ein wenig ventralwärts, aber jetzt nicht mehr auch proximalwärts verlaufend. Schliesslich endigt er blind 0,3622 mm unter der Körperoberfläche.

Stadium VI (13 mm).

Die Aussackung, welche nahe dem vorderen Augwinkel neben dem *Fornix* des unteren Auglides sich gebildet hat, ist beim vorliegenden Stadium etwas tiefer geworden, zeigt aber sonst keine Veränderung.

Von der flachen Grube an der caudalen Hälfte des unteren Auglides findet sich hier keine Spur, dagegen zeigt die caudale Hälfte des oberen Auglides einen neben dem Lidwinkel *(Fornix)* abgehenden kurzen Gang.

Der solide Strang, der schon beim vorigen Stadium von der inneren Fläche des oberen Auglides abging, findet sich an derselben Stelle wieder. Er hat eine Anfangsdicke von 0,0248 mm und verfolgt die oben beschriebene Richtung. Kurz vor der Umbiegung an der Riechkapsel ist er 0,0562 mm stark. Er lässt sich sehr weit nach vorne verfolgen und tritt augenscheinlich in das Geruchsorgan hinein, doch gestatten mir auch hier meine Präparate nicht, mich über diesen Punkt mit Bestimmtheit auszusprechen. Nur das konnte ich mit Sicherheit feststellen, dass der Strang in den am meisten oralwärts gelegenen Partieen, wo er eine Dicke von 0,0398 mm besitzt, durch Klüftung seiner centralen Zellen, deutlich erkennbar den Anfang zur Bildung eines *Lumen* gemacht hat. In den dem Auge mehr genäherten Theilen der Anlage ist dagegen hievon keine Spur zu entdecken.

In der caudalen Hälfte des unteren Lides geht aus dem *Fornix* der beschriebene lange Gang ab. Er ist am Anfang 0,0389 mm stark. Zunächst zieht er sich ventralwärts hin, schwillt dabei auf 0,0949 mm an, um jedoch bald wieder auf 0,04 zurückzugehen, und in dieser Stärke seinen Weg caudalwärts, zugleich etwas ventralwärts geneigt, in der Direktion auf die Mundhöhle zu, fortzusetzen.

Stadium VII (17 mm).

Von dem kurzen Schlauch, der sich bei den früheren Stadien vom unteren Auglid nahe dem vorderen Augwinkel ausgehend nachweisen liess, findet sich hier nichts mehr. Es tritt jetzt dafür, nicht weit von der genannten Stelle, aber entschieden im Gebiete des oberen Lides, eine weiter entwickelte Drüsenanlage auf. Dieselbe stellt ebenfalls einen einfachen Schlauch dar, der, auch hier dicht neben dem Lidwinkel seinen Ursprung nehmend, nur aus Zellen des *Rete Malpighii* gebildet wird, die, in einfacher Lage angeordnet, seine Wandung darstellen. Er zieht sich am *Bulbus* hin bis zu dessen hinterem Pol, von welchem er sich 0,0862 mm entfernt hält und endigt hier blind. Die Zellen seiner Wandung, die durchweg die cylindrische Form verloren und kugelige, resp. in Folge der gegenseitigen Pressung, polyedrische Gestalt angenommen haben, sind in dem blinden Ende, und schon eine kurze Strecke vorher, mehrschichtig angeordnet. Es ist dadurch das sonst ziemlich grosse *Lumen* des Schlauches fast ganz verdrängt.

Die Drüsenanlage der caudalen Augpartie tritt hier nun wieder im unteren Auglide auf, wo sie in Form eines einfachen Schlauches von geringer Tiefe nahe dem hinteren Augwinkel aus dem Lidwinkel selbst abgeht. Ihre Wandung ist an der Mündungsstelle einschichtig, bald finden sich die Zellen des *Rete Malpighii* jedoch in zwei Lagen, und gleich darauf mehrschichtig angeordnet.

Die solide Wucherung, die vom oberen, oralen Lid, etwa in der Mitte von dessen innerer Fläche, abgeht, hat eine Anfangsstärke von 0,08 mm. Ueber den Verlauf des Stranges ist nichts Neues zu berichten, und ebenso zeigt der in der caudalen Partie des unteren Auglides nahe dem hinteren Augwinkel aus dem *Fornix* abgehende lange Gang durchweg das bereits für das letzte Stadium geschilderte Verhalten, doch lässt er sich jetzt noch etwas weiter gegen die Mundhöhlenwandung verfolgen.

Stadium VIII (19,7 mm).

Bei diesem Stadium zeigte sich in einem Falle in Bezug auf die Drüse des oralen oberen Auglides eine Verschiedenheit zwischen den beiden Augen desselben Thieres.

Im rechten Auge zieht sich die Drüsenanlage als einfacher Schlauch mit einer anfänglichen Stärke von 0,0248 mm gegen den proximalen Augpol hin. Sie erstreckt sich von hier aus noch ziemlich weit caudalwärts und ventralwärts und endigt blind in ziemlicher Entfernung von dem Auge. Der Schlauch ist hier 0,0585 mm dick. Sein Bau zeigt keine Aenderungen gegen früher.

Im linken Auge geht an derselben Stelle des oberen Auglides, also in der Mitte der oralen Lidhälfte, dicht neben dem Lidwinkel ein Schlauch ab, der eine Dicke von 0,0247 mm besitzt. Von diesem zweigt dann sofort ein zweiter Gang ab, mit einer Anfangsdicke von 0,0143 mm. Beide ziehen nun, so ziemlich gleichlaufend, gegen den proximalen Augpol hin, setzen aber ihren Weg, immer sich am Augapfel hinziehend, über ersteren hinaus fort und endigen nahe dem Lidwinkel der caudalen Hälfte des unteren Auglides. Der erste, primäre Schlauch hört dabei etwas früher auf als der zweite, von ihm abgezweigte, secundäre. Kurz vor dem blinden Ende haben beide ihre grösste Stärke, der primäre mit 0,0455, der secundäre mit 0,0520 mm.

Was die Drüsenbildung des hinteren Augwinkels betrifft, so tritt auch in dieser Beziehung zwischen den beiden Augen eine kleine Verschiedenheit zu Tage. Stets geht die Aussackung des *Rete Malpighii* dabei zwar vom oberen Lidwinkel selbst aus; im rechten Auge liegt diese Stelle jedoch ganz in der Nähe des hinteren Augwinkels, im linken dagegen in der Mitte der candalen Lidhälfte. In beiden Fällen sind die Aussackungen nur sehr wenig tief.

Die in der oralen Hälfte des oberen Auglids gebildete strangartige Wucherung des *Rete Malpighii*, wie sie sich auf der zuletzt betrachteten Entwicklungsstufe darstellte, hat nun eine Reihe von Umbildungen erlitten. Für die beiden Augen zeigt das vorliegende Stadium in dieser Hinsicht kein verschiedenes Verhalten.

Das *Lumen*, das der Strang, wie bemerkt, beim letzten Stadium erst in seinem vom Auge am entferntesten gelegenen Teile zu entwickeln begonnen hatte, ist jetzt bis unmittelbar an das *Rete Malpighii* des Auglides hin ausgebildet, doch ist noch kein Durchbruch durch dieses zu Stande gekommen, eine Communication der aus dem Strange hervorgegangenen Röhre mit dem Conjunctivalsack also schon aus diesem Grunde ausgeschlossen. Die Stelle, wo der Gang mit der *Conjunctiva* zusammenhängt, liegt indessen jetzt am Rande des Auglides an einer Stelle, die noch in den Bereich des die Lidspalte erfüllenden Epithelpfropfes fällt; eine Verbindung des Ganglumens mit dem Raum zwischen Auge und Auglidern wäre also auch dadurch, wenigstens vorläufig, verhindert.

Es geht nun aus dem Gebiete des unteren Auglides, unmittelbar vom vorderen Augwinkel her, ein weiterer Gang ab, der in den aus dem Strange entstandenen ausmündet. Letzterer hat kurz nach dieser Vereinigung in seinem Verlaufe gegen die Riechkapselwand hin für eine Strecke von 0,2156 mm eine Stärkezunahme auf 0,1121 erfahren (an der Stelle seiner Verbindung mit dem *Rete Malpighii* ist er 0,0665 mm dick). Es erfolgt alsdann die öfters beschriebene Umbiegung unter rechten Winkel und dadurch ermöglichte Einschlagung der caudalwärts verlaufenden, etwas ventralwärts geneigten Bahn nach der Mundhöhle hin. An der Stelle jener Umbiegung ist der Gang wieder auf eine Stärke von 0,064 mm zurückgegangen, die er im Weiteren beibehält. Die Wandung des Ganges ist mehrschichtig; sein *Lumen* verläuft keineswegs glatt, sondern wird noch da und dort durch stehengebliebene Zellen unterbrochen.

Die Mündung des aus dem Lidwinkel des unteren Auglides gegen die Mundhöhle hinziehenden Ganges ist hier in die orale Lidhälfte, in der Nähe des vorderen Augwinkels, gerückt. Nach hinten lässt sich der Schlauch bis nahe an die Wandung der Mundhöhle verfolgen, den Eintritt in dieselbe habe ich aber auch hier nicht nachweisen können. Der Gang ist in der Nähe seiner Mündung in den Conjunctivalsack 0,0039 mm stark, in der Nähe des muthmasslichen anderen Endes seines Verlaufes, also nahe der Mundhöhle, hatte er eine Dicke von 0,0045 mm.

Stadium IX (22,3 mm).

Die Drüsenanlage der vorderen Augenpartie zeigt hier wieder die Gestalt eines einfachen Schlauches, der, in einer Anfangsdicke von 0,042 mm, sehr nahe dem Augwinkel aus der oralen Hälfte des oberen Lides, und zwar neben dem Lidwinkel, abgeht. Er zieht sich gegen den hinteren Augpol hin, von dem er sich 0,1557 mm entfernt hält, und hat in dieser Gegend seine grösste Stärke mit 0,815 mm. Dann setzt er, allmählich wieder etwas dünner werdend, seinen Weg caudalwärts, zugleich in der Richtung auf den Lidwinkel des unteren Auglides hin fort und endet blind in einer Entfernung von 0,1947 mm vom Auge.

Die Aussackung des Lidwinkels im caudalen, oberen Auglid ist eine doppelte. Sie präsentirt sich in der Form zweier nur 0,0413 mm langer Schläuche, die etwa in der Mitte der caudalen Lidhälfte nach dem Conjunctivalsacke ausmünden.

Die solide Wucherung vom *Rete Malpighii* des oberen Auglides aus, lässt sich in dieser Form nur auf eine kurze Strecke weit verfolgen. Sie hängt mit der Schicht, aus der sie stammt, in der oralen Lidhälfte, ziemlich weit vom Augwinkel entfernt, zusammen. Bald gewinnt sie aber ein *Lumen*, das zunächst sehr schmal ist, in den vom Auge entfernteren Partieen aber erheblich stärker auftritt. Es ist auf diese Weise ein Gang mit mehrschichtiger Wandung zu Stande gekommen, der vom Auglide aus zunächst horizontal gegen die Wandung der Riechkapsel hin zieht. In der Nähe derselben schwillt er zur Stärke von 0,1085 mm (incl. der Wandungen) an. Es geht von ihm alsdann unter rechtem Winkel ein Schlauch ab, der 0, 0672 mm breit, längs der Wandung der Riechkapsel oralwärts hinläuft und sehr weit vorn, unterhalb der *Concha inferior* in das Riechorgan ausmündet. Dass das *Lumen* in dem anfangs durchweg soliden Strange von hier aus sich gebildet hat und ziemlich rasch gegen das Auge vorgerückt ist, lässt sich auch bei diesem Stadium noch deutlich erkennen.

Nahe dem hinteren Augwinkel geht vom unteren Auglied (und zwar dem Lidwinkel) ein Schlauch ab, zunächst ventralwärts und etwas proximalwärts gerichtet, dann eine grosse Strecke weit nur ventralwärts. Derselbe teilt sich 0,4744 mm von seiner Ursprungsstelle entfernt in zwei 0,0566 mm starke Äste, die sich aber sehr bald wieder vereinigen. Der nunmehr, wie anfangs, einfache Schlauch ist 0,0513 mm stark (dieselbe Dicke hatte er vor der Teilung), und zieht ventralwärts und zugleich caudalwärts weiter nach der Mundhöhle hin, gegen welche er in der Nähe der Zungenwurzel sich öffnet. Seine Wandung bildet ein einfaches Cylinderepithel, dessen Zellen sehr schmal und hoch sind; die Kerne verhalten sich entsprechend. Das *Lumen* des Ganges ist sehr fein, aber immer deutlich nachweisbar.

Stadium X (27,5 mm).

Der aus der oralen Hälfte des oberen Auglides abgesandte Schlauch, welcher mit weiter Öffnung neben dem Lidwinkel entspringt, wendet sich zunächst gegen den hinteren Augenpol, an dem er in einer Entfernung von 0, 0779 mm vorüberzieht. Er setzt dann seinen Weg caudalwärts und zugleich etwas ventralwärts fort und endet blind in ziemlich grossem Abstand vom *Bulbus*. Nicht weit von seiner Ursprungsstelle entfernt, hinter der er 0,039 mm dick ist, mit einem *Lumen* von 0,0195 mm Durchmesser, wird seine dem *Rete Malpighii* entstammende, zunächst einschichtige Wandung zweischichtig. Er hat dann eine Stärke von 0,459 mm; sein *Lumen* ist 0,0123 mm breit. Bald baut sich aber dann die Wand aus mehr Lagen auf; das *Lumen* wird infolgedessen sehr enge, bleibt aber immer nachweisbar, bis kurz vor dem blinden Ende des Schlauches, wo dieser selbst auf 0,0527 mm Dicke angewachsen ist.

Das obere, hintere Auglid zeigt in seinem oralsten Teile eine Aussackung zu einem einfachen Schlauche, der hier aber nicht von dem Lidwinkel selbst ausgeht, sondern von demselben 0,091 mm entfernt mit dem Conjunctivalsacke communiziert. Er ist aus durchweg einschichtig angeordneten Zellen des *Rete Malpighii* gebildet und hat eine Anfangsdicke von 0, 0325, bei nur 0,052 mm Länge.

Der im oberen Lid, nahe dem vorderen Augwinkel vom inneren Lidrande ausgehende, (wie oben gezeigt zunächst solid angelegte) Gang ist durch das *Rete Malpighii* noch nicht durchgebrochen: sein *Lumen* beginnt aber in dessen unmittelbarer Nachbarschaft und ist hier 0,0177 mm breit, während die Anfangsdicke des ganzen Ganges 0,07 mm beträgt. Dieser zieht sich zunächst eine kleine Strecke weit distalwärts und zugleich proximalwärts und nimmt dann einen zweiten Gang in sich auf, der vom vorderen Augwinkel auf der Grenze zwischen den beiden, hier ganz ungetrennten Auglidern, vielleicht eher etwas mehr im Gebiete des unteren, mit einer Anfangsstärke von 0,0597 mm seinen Ursprung genommen hat. Der letztgenannte Gang hat ein schmales *Lumen*, welches in offener Verbindung mit dem Conjunctivalsacke steht. Nach der Vereinigung bilden die beiden Schläuche einen 0,0354 mm dicken Gang, der sich 0,105 mm lang, horizontal gegen die Riechkapsel hinzieht. In der Nähe der letzteren geht, wie des öfteren beschrieben, unter rechtem Winkel ein Gang oralwärts ab, der sich ein wenig ventralwärts neigt und weiter vorn in das Riechorgan ausmündet. Er hat an seinem Anfange eine Stärke von 0,0325 mm; sein *Lumen* ist 0,0039 mm breit. Er nimmt von hier an allmählich etwas in der Dicke zu, sodass er kurz vor der Endigung im Geruchsorgan 0,0585 mm stark geworden ist, während sein *Lumen* einen Durchmesser von 0,0156 mm gewonnen hat.

Der vom unteren Auglid in der Nähe des hinteren Augwinkels ventralwärts und zugleich caudalwärts ausgesandte Gang zeigt in Bau und Verlauf nichts Neues. Er hat eine durchschnittliche Dicke von 0,0455, sein *Lumen* einen Durchmesser von 0,0065 mm.

Eine weitere Drüsenanlage tritt beim vorliegenden Stadium zum ersten Male auf. Sie besteht in einer wulstförmigen Verdickung des *Rete Malpighii* im unteren Auglied und zwar in der Nähe des inneren Lidrandes, noch im Bereiche des die Lidspalte ausfüllenden Epithelpropfen. Der Wulst hat eine Dicke von 0,0527 mm; mit seiner Basis liegt er der Stelle des *Rete Malpighii*, auf deren Wucherung er zurückzuführen ist, in einer Ausdehnung von 0,0877 mm dicht an.

Stadium XI (32 mm).

Die Drüsenanlage, welche vom oralen, oberen Auglid ihren Ausgang nimmt, stellt auch hier zunächst einen einfachen Schlauch dar, der etwa in der Mitte der oralen Lidhälfte, jedoch dem Augenwinkel etwas genähert, direkt neben dem Lidwinkel in den Conjunctivalsack mündet. An dieser Stelle ist er 0,023 mm dick, mit einem *Lumen* von 0,0053 mm Durchmesser. Er zieht sich parallel der Fläche des Bulbus 0,141 mm weit proximalwärts und ventralwärts hin und lässt dann einen zweiten, 0,0248 mm weiter, einen dritten Schlauch von sich abgehen. Er selbst setzt seinen Weg noch 0,0527 mm weit in der alten Richtung fort, um dann blind zu enden. Die beiden sekundären Schläuche sind zunächst proximalwärts gerichtet, biegen aber sehr bald unter rechtem Winkel um und ziehen sich, parallel zu einander, rein caudalwärts hin. Der zuletzt vom Hauptschlauch abgezweigte hält sich dabei dem Auge stets etwas näher, als der andere. Ich habe beide in einem Falle ca. 1,12 mm weit caudalwärts verfolgen können, ohne an ihnen eine Veränderung zu bemerken. An dieser Stelle hört meine Schnittserie auf, so dass ich also über das weitere Verhalten nichts Bestimmtes sagen kann, doch scheint es mir kaum zweifelhaft, dass sie in nicht allzugrosser Entfernung von dem angegebenen Punkte blind endigen dürften, wie dies bei allen vorhergehenden Stadien zu constatieren war. Der zuerst aus dem Hauptschlauche abgezweigte hat eine 0,0169, der andere eine 0,0141 mm weite Mündung. Eine kurze Strecke hinter dieser besitzen beide eine Dicke von 0,0286 mit einem *Lumen* von 0,0065 mm. Ihre Wandung, ebenso wie die des ursprünglichen Hauptschlauches, besteht aus den Elementen, welche die Lidconjunctiva zusammensetzen, also den Zellen des *Rete Malpighii* als äusserster und Zellen des *Stratum corneum*, in mehreren Lagen, als innerer Partie. Das Ganze wird von einer etwa ebenso starken Lage von im Allgemeinen um den ectodermalen Theil des Schlauches concentrisch angeordneten dichtgedrängten Bindegewebsfasern umhüllt, die nur sehr wenige und ganz kleine und schmale Kerne führen.

Die Drüsenanlage des caudalen oberen Auglides hat, wenigstens was die Zahl ihrer Schläuche betrifft, einen ziemlich bedeutenden Fortschritt zu verzeichnen. Es sind jetzt deren drei, mit gesonderten Mündungen vorhanden.

Der erste davon hat sich gleich neben der oralen Grenze der caudalen Lidhälfte von einer 0,105 mm vom Lidwinkel entfernten Stelle aus eingestülpt. Er besitzt eine sehr weite (0,0527 mm messende) Mündung. Unmittelbar hinter dieser hat er eine Dicke von 0,0459, mit einem *Lumen* von 0,0123 mm

Durchmesser. Er ist dorsal- und zugleich caudalwärts gerichtet, erreicht indessen nur eine geringe Tiefe, nicht über 0,0841 mm.

Gleich daneben, etwas mehr caudalwärts, liegt die 0,07 mm weite Mündung der zweiten Aussackung, die caudalwärts und dabei etwas proximalwärts verläuft. Auch ihre Tiefe geht niemals über 0,0877 mm hinaus.

Ebenfalls wieder dicht daneben, dem hinteren Augwinkel abermals etwas genähert, und in Folge dessen etwa in der Mitte der caudalen Lidhälfte, liegt in einer Entfernung von 0,07 mm vom Lidwinkel die Mündung des dritten Schlauches mit einer Weite von 0,0177 mm. In kurzer Entfernung von dieser Stelle hat er eine Dicke von 0,0336 mm, mit einem *Lumen*, dessen Durchmesser 0,0105 mm beträgt. Er ist dorsal- und proximalwärts, zugleich auch ein wenig caudalwärts gerichtet. Seine Tiefe ist etwas bedeutender, als die der beiden andern Drüsenanlagen, geht aber auch nie über 0,09 mm hinaus.

Alle Drüsenanlagen werden durch Einstülpung des *Rete Malpighii* und *Stratum corneum*, also der ganzen ectodermalen Lidconjunctiva gebildet, um welche sich feine Bindegewebsfasern zu einer Art äusseren Ueberzuges angeordnet haben.

Nahe dem vorderen Augwinkel scheint nunmehr aus dem oberen Auglide ein Schlauch mit sehr enger, nur 0,0052 mm weiter Mündung abzugehen, der gleich neben letzterer eine Stärke von 0,065 mit einem *Lumen* von 0,026 mm Durchmesser aufweist. Es ist dies dieselbe Anlage, die bei niederen Stadien sich als eine solide, strangförmige Wucherung des *Rete Malpighii* dargestellt und dann später, zunächst in den vom Lid entfernteren Partieen, ein *Lumen* gewonnen hat. Dieses ist jetzt gegen den Conjunctivalsack durchgebrochen, der Strang also nunmehr in seiner ganzen Ausdehnung zum Schlauche geworden. Von seiner Mündungsstelle aus, die unmittelbar neben dem inneren Lidrande gelegen ist, verläuft er proximalwärts und zugleich ein klein wenig dorsalwärts. Er ist, wie bemerkt, durch strangartige Wucherung des *Rete Malpighii* entstanden. Nach Ausbildung des *Lumen* bestand also die Wandung des Schlauches, abgesehen von den umhüllenden Bindegewebsfasern, zunächst ausschliesslich aus Zellen dieser Schicht. Nach der Oeffnung des Schlauches in den Conjunctivalsack scheinen indessen die Zellen des *Stratum corneum* von der *Conjunctiva* des Lides her in den Gang eingewandert zu sein und kleiden nunmehr, mehrschichtig angeordnet, dessen Inneres aus.

Noch etwas näher dem vorderen Augwinkel geht vom inneren Rande des unteren Auglides ein zweiter Gang ab, der aufzufassen ist als eine Aussackung des *Rete Malpighii*, in welche später Zellen der äusseren Epidermislagen sich hineingezogen haben. Er hat eine 0,0212 mm weite Mündung; seine Anfangsbreite beträgt 0,0527, der Durchmesser seines *Lumen* hinter der Mündung 0,0177 mm. Er ist zunächst eine kleine Strecke weit ventralwärts, bald aber proximalwärts und zugleich oralwärts gerichtet. Er mündet in den soeben beschriebenen Gang, der an der Vereinigungsstelle sehr weit geworden ist und die Form etwa einer rundlichen Blase angenommen hat. Letztere schickt von ihrem proximalen Ende unter rechtem Winkel einen Gang, der sich längs der Gehirnkapsel ventralwärts und oralwärts hinzieht, um schliesslich in das Riechorgan auszumünden, wie dies für die früheren Stadien beschrieben wurde. Die Anfangsdicke dieses Ganges beträgt 0,0389, der Durchmesser seines *Lumen* an derselben Stelle 0,0141 mm. Auch seine Wandung besteht aus Zellen des *Rete Malpighii* und des *Stratum corneum*, und auch bei ihm kommt dazu noch ein äusserer Ueberzug von Bindegewebsfasern.

Vom hinteren Augwinkel selbst, und zwar lässt sich hier nicht mehr constatiren, ob vom oberen, oder vom unteren Lide aus, geht ein Schlauch caudalwärts ab, der eine Anfangsdicke von 0,0354, mit einem

Lumen von 0,0105 mm besitzt. Etwa 0,03 mm von seiner Mündung entfernt ist er auf die Stärke von 0,0459 mm (bei gleichbleibendem *Lumen*) angewachsen und behält diese bei, wenigstens soweit ich ihn habe verfolgen können, d. h. bis auf eine Entfernung von 0,33 mm von seiner Mündung. Das Aufhören meiner Schnittpräparate verhinderte mich, über sein weiteres Verhalten etwas Sicheres festzustellen.

Im Gebiete des unteren Auglides findet sich auch hier wieder die schon für das vorige Stadium geschilderte solide Wucherung, welche vom *Rete Malpighii* des unteren Lidrandes ausgeht. Im vorliegenden Falle ist aber die fragliche Stelle dem vorderen Augwinkel sehr genähert. Die Wucherung hat die Form eines Ellipsoides, dessen grosse 0,026 mm messende Achse parallel zur Fläche des Lidrandes verläuft. Die kurzen Achsen haben 0,0169 mm Länge. Die Anlage hängt mit dem *Rete Malpighii* der Lidconjunctiva innig zusammen; von einem *Lumen* findet sich keine Spur.

Das erwachsene Thier.

Im oberen Auglide geht, gleich neben dem Lidwinkel, etwa aus der Mitte der oralen Lidhälfte, doch sehr häufig auch dem vorderen Augwinkel mehr genähert, ein einfacher Gang ab. Die Stärke desselben ist sehr verschieden; die nachstehenden Mafse ergaben sich in einer Anzahl der untersuchten Fälle gleichmässig, doch kommen, wie gesagt, sehr zahlreiche Abweichungen vor.

Der Gang hat eine Anfangsstärke von 0,0338 mm, wovon 0,013 mm auf das *Lumen*, 0,0104 auf die Wandung kommen. Im weiteren Verlaufe geht der Durchmesser des ersteren dann vorübergehend auf 0,01 mm zurück, wächst aber später wieder bis auf 0,039 an, während dann die Wandung nur noch 0,0091 mm dick ist. Der Gang ist vom Lidwinkel aus zunächst proximalwärts gerichtet, zieht sich dann eine kurze Strecke weit ventralwärts bis ins Niveau des proximalen Augenpoles und verläuft von hier aus genau caudalwärts, dabei ein klein wenig dorsalwärts gerichtet. Er endigt blind in ziemlich weiter Entfernung vom Bulbus. In einzelnen Fällen schien es mir, als ob er in der Nähe des hinteren Augpoles, kurz nach Einschlagung seiner caudalwärts gerichteten Bahn, einen, oder auch zwei Seitengänge abgehen liesse, die dann ungefähr parallel zu ihm hinziehen. Diese Erscheinung war aber niemals mit Sicherheit zu constatiren.

Ebenfalls im Gebiete des oberen Augenlides, und zwar in der ganzen caudalen Hälfte desselben, gehen kleine wenig tiefe Schläuche, oder besser gesagt: Aussackungen, mit weiten Oeffnungen vom Lidwinkel, oder wenigstens aus dessen nächster Nachbarschaft, ab. Soweit sich an ihnen überhaupt eine Richtung erkennen lässt, verlaufen sie dorsalwärts und proximalwärts. Beim einen Individuum sind sie zahlreicher, beim andern spärlicher, und auch ihre Mafse sind so verschieden, dass es zwecklos wäre, einzelne anzugeben.

Nahe dem vorderen Augwinkel gehen aus beiden Lidern zwei Gänge dorsalwärts und zugleich oralwärts. Dieselben lassen sich stets nur eine ganz kurze Strecke weit verfolgen und hören dann auf. In einzelnen Fällen kommen sie zur Vereinigung, sie bilden zusammen dann einen kurzen und ziemlich breiten Sack, von dem aus aber niemals weitere Schläuche nach irgend welcher Richtung abgehen.

Auch von dem aus dem hinteren Augwinkel caudalwärts abgesandten Gange, der sich bei den Embryonalstadien constatiren liess, fehlt jetzt in der Nähe des Bulbus jede Spur. Ziemlich weit caudalwärts vom Auge zeigt sich in Nähe der Mundhöhlenwand ein Gang, welcher mit dem bei den Embryonen eine Verbindung zwischen hinterem Augwinkel und Mundhöhle herstellenden Gebilde im Bau grosse Aehnlichkeit hat, doch lässt sich, mangels nachweisbarer Beziehungen zu dem Auge, nicht feststellen, ob es sich dabei um Ueberreste jener Communication, oder um irgend einen anderen Apparat handelt.

Die obenbeschriebenen mit dem Conjunctivalsack in zweifellosem Zusammenhange stehenden Aussackungen und Schläuche bilden ihre Wandung stets aus Elementen der *Conjunctiva*, und zwar jetzt aus Zellen des *Rete Malpighii* als äusserster, und Elementen des *Stratum corneum* als innerster Lage. Letztere können gelegentlich sogar mehrschichtig angeordnet sein. Zuweilen lässt sich der Unterschied zwischen den Elementen der beiden genannten Epidermisstrata nicht mehr erkennen. Die Säcke, Gänge etc. sind äusserlich stets von feinen Bindegewebslagen umhüllt, deren Faserzüge sehr enge gedrängt liegen, fast kernlos sind und sich um die Gebilde meist in sehr regelmässigen, concentrischen Lagen anordnen.

An Stelle der soliden Wucherung des *Rete Malpighii*, die sich beim letzten Embryonalstadium in der oralen Lidhälfte am inneren Lidrande fand, ist nunmehr ein sehr ausgedehntes Drüsenorgan getreten, dessen Mündung oft nahe dem vorderen Augwinkel, häufiger aber mehr der caudalen Grenze der oralen Lidhälfte genähert liegt. Auch das obere Auglid zeigt jetzt ein gleiches Organ, doch liegt der Ausführungsgang des letzteren in den einzelnen Fällen immer näher dem vorderen Augwinkel, als die Mündung des unteren. Es handelt sich dabei um die Meibohm'schen Drüsen. Dieselben stellen ein ausgedehntes Convolut von untereinander communicirenden Drüsenschläuchen und drüsigen Hohlräumen dar. Ihre Wandungen sind in Nähe des Ausführungsganges stets mehrschichtig, und bestehen dann aus Zellen aller Epidermislagen, einschliesslich der verhornten Schuppenzellen. In den von der Mündung entfernteren Partieen kommen zunächst diese letzteren in Fortfall, und noch weiter in der Tiefe bestehen die Wände des Organs aus einer einzigen Lage grosser, hoher Cylinderzellen mit verhältnissmässig kleinen, kugeligen Kernen, die immer im äusseren Drittel der Zelle liegen.

Zusammenfassung.

Harder'sche Drüse und Thränendrüse legen sich zunächst als einfache Aussackungen des conjunctivalen *Rete Malpighii* im Gebiete des unteren Auglides an, und zwar die Harder'sche Drüse in der oralen, die Thränendrüse in der caudalen Hälfte desselben. Bald jedoch wandern beide, zuerst die Thränen-, dann die Harder'sche Drüse ins Gebiet des oberen Lides und entwickeln sich hier weiter. Sie erreichen jedoch beide keine hohe Ausbildung.

Die Harderiana bildet zunächst einen langen Schlauch von wechselnder Stärke und schwankendem *Lumen*, der zunächst nach dem proximalen Augenpole hin und dann caudalwärts weiterzieht, um in grösserer oder geringerer Entfernung vom Bulbus blind zu endigen. Bei den höher entwickelten Embryonen theilt er sich zuweilen in der Nähe des hinteren Augenpoles in zwei, höchstens drei Aeste, die parallel zu einander in der angegebenen Richtung verlaufen und alle ungefähr in derselben Entfernung aufhören.

Die Thränendrüse kommt nicht über die Form ganz kurzer Schläuche hinaus, die in grösserer oder geringerer Anzahl als Ausstülpungen des *Rete Malpighii* dorsal- und proximalwärts gerichtet sind. Anfangs sind ihrer nur zwei, bald werden es aber mehr, und man kann im Auge des erwachsenen Thieres bis zu acht zählen. Ihre grösste Tiefe haben sie aber schon vorher erreicht und sind beim ausgebildeten Thiere wieder entschieden kürzer geworden; sie stellen meist keine Schläuche, sondern nur mehr oder weniger tiefe Gruben dar. Es wäre also hier ein Fall von direkter Rückbildung zu constatiren.

Beide Drüsenanlagen bestehen zunächst ausschliesslich, wie gesagt, aus Zellen des *Rete Malpighii*, die einschichtig angeordnet sind. Später kommt es jedoch gelegentlich vor, dass auch Zellen des *Stratum* *corneum* etc. in die Schläuche hineinwandern und so ihren Wandungen einen mehrschichtigen Aufbau verschaffen.

Stets legen sich Bindegewebsmassen um die ectodermalen Drüsenanlagen und differenciren sich allmählich zu mehr oder weniger regelmässig gebauten Kapseln oder Scheiden für dieselben.

Nicht weit von dem vorderen Augpole geht vom oberen Auglide, und zwar von dessen innerer Fläche, nahe dem inneren Lidrande, eine solide Wucherung des *Rete Malpighii* aus, die strangartig das Auglid durchsetzt, und Anfangs dorsalwärts, nachher proximalwärts gerichtet gegen die Gehirnkapsel hinzieht. An dieser angekommen biegt der Strang ventralwärts um und zieht sich, zugleich stark oralwärts gerichtet, nach dem Riechorgan hin. Von dessen Schleimhaut kommt ihm ein ebenfalls solider, kegel- oder zapfenförmiger Zellhaufen eine Strecke weit entgegen, und schliesslich vereinigen sich beide Gewebstheile. Von der Nasenhöhle aus gewinnt dann der Strang ein *Lumen*, das schnell bis ans Auglid vorschreitet, ohne indessen vorläufig in den Conjunctivalsack durchzubrechen. Der Strang ist so zum Gange geworden, dessen Wandung bald einschichtige Anordnung gewinnt, und der schliesslich in den Conjunctivalsack sich öffnet.

Während dieser Vorgänge hat sich vom unteren Auglide und zwar von einer Stelle nahe dem inneren Lidrande, die dem vorderen Augwinkel noch mehr genähert ist, ein Schlauch gebildet, der dorsalwärts zieht. Ob derselbe zunächst ebenfalls eine solide Wucherung des *Rete Malpighii* war, die bald, und zwar dann vom Auglide aus, ein *Lumen* gewonnen, oder ob es sich um eine Einstülpung der *Malpighi*'schen Schicht handelt, vermag ich nicht zu entscheiden, da in meinen Präparaten der fragliche Gang beim ersten Auftreten bereits fertig und mit *Lumen* versehen war. Ich neige jedoch zur ersteren Annahme, da der Schlauch sich mit dem oben beschriebenen Gange vereinigt und die Annahme, dass zwei gleichfunctionirende Theile desselben Organes auch gleiche Entstehung haben dürften, doch wohl ziemliche Berechtigung hat. Nach dem Zusammentreten der beiden Gänge wird derjenige Abschnitt des ersteren, der zwischen der Vereinigungsstelle und der Gehirnkapsel liegt, sehr weit, sackartig, mit anderen Worten er wird zum Thränensack, während die beiden noch getrennten Gänge die Thränenröhrchen, und der vom Sack nach dem Geruchsorgan hinziehende den Thränennasengang darstellen.

Vom hinteren Augwinkel hat sich inzwischen durch Ausstülpung des *Rete Malpighii* ebenfalls ein Gang gebildet, der ventralwärts und dann sehr weit caudalwärts zieht, bis er in die Mundhöhle sich öffnet.

Sowohl letzterer Gang, als die Thränenleitungswege sind im Auge des erwachsenen Thieres nurmehr als Ueberreste vorhanden, die im ersteren Falle den Zusammenhang mit dem Auge, im letzteren den mit dem Riechorgan vollständig verloren haben. Auch der Thränensack ist beim erwachsenen Thiere in den meisten Fällen verschwunden, und die Thrähnenröhrchen sind oft nur als ganz kurze, blind endigende Schläuche, die vom Conjunctivalsack in die Auglider hineinragen, zu constatiren. Es hat also auch in Betreff dieser Organe eine entschiedene Rückbildung stattgefunden, augenscheinlich eine Folge der unterbliebenen, resp. ebenfalls wieder in Wegfall gekommenen höheren Ausbildung einer Thränendrüse.

Die Meibohm'schen Drüsen treten, sehr spät im embryonalen Leben, als solide Wucherungen des *Rete Malpighii* auf. Dieselben sind erst einfach strangförmig, erfahren aber dann eine bedeutende Verästelung im Gebiete der Auglider. Sie gewinnen endlich ein *Lumen* und entwickeln sich, wahrscheinlich gleich nach der Geburt, zu den umfangreichen Organen, die das Auge des ausgebildeten Thieres zeigt.

Die Muskulatur des Auges.

Stadium III (8,5 mm).

Nur mit grosser Schwierigkeit lassen sich bei diesem Stadium die ersten Spuren einer Augenmuskulatur nachweisen. Sie stellen sich in der Hauptsache als, bald mehr, bald minder starke Bündel des mesodermalen Embryonalgewebes dar, die von der Gegend, wo Augblasenstiel und Gehirn zusammenhängen, ausgehen. Sie nehmen dort ihren Ursprung augenscheinlich in den Bindegewebsmassen, welche einerseits den proximalen Augblasenstiel, andererseits die Gehirnhöhle unmittelbar einschliessen und ziehen gegen den Bulbus hin, wo sie dann in den äussersten Lagen der Augenkapsel aufgehen.

In diesen Bündeln, die vorwiegend bindegewebigen Charakters sind, tritt indessen bereits eine Anzahl besonders differenzirter Zellen auf, die entschieden als Muskelzellen, freilich auf einer der tiefsten Stufen ihrer Ausbildung, zu deuten sind. Dieselben haben eine bedeutende Länge und stellen sich als flache Bänder mit einer oder mehreren Anschwellungen dar. In den letzteren finden sich längliche Kerne. Ich habe deren in einer Faser, entsprechend der Zahl jener Anschwellungen, bis zu 4 gezählt, doch ist es wohl möglich, dass gelegentlich auch noch mehr vorkommen. Am häufigsten sind jedoch entschieden die Muskelfasern mit nur einer einzigen Anschwellung und dementsprechend einem einzigen Kern. Die Auftreibung bildet hier die Mitte der Zelle; diese letztere ist nach beiden Polen faserartig stark in die Länge gezogen.

Die Breite einer solchen Faserzelle beträgt, abgesehen natürlich von den zugespitzten Enden 0,001 mm, die Anschwellung, welche den Kern birgt, geht bis auf 0,0023 mm. Zuweilen liegen auch 2 Kerne unmittelbar nebeneinander in derselben Anschwellung, als ob sie soeben erst sich von einander getrennt hätten. Eine besondere Differenzirung des Inhalts der Faserzelle lässt sich nicht nachweisen, höchstens erscheint in einzelnen Fällen das Protoplasma der Anschwellung etwas heller und feiner, als dasjenige der Faser selbst.

Die Stärke der einzelnen Muskelbündel, d. h. der ganzen Anlagen, seien es nun ausschliesslich Bindegewebszüge, oder erscheinen sie mehr oder weniger mit bereits deutlichen Muskelelementen untermischt, ist, wie gesagt, sehr schwankend. Am ehesten lässt sie sich noch für die beiden recti der Horizontalebene, also den *Musculus rectus externus* resp. *internus*, die überhaupt am weitesten in der Entwicklung fortgeschritten zu sein scheinen, festsetzen. Sie beträgt da, etwa in der Mitte des Verlaufes, für beide circa 0,0425 mm.

Stadium IV (10 mm).

Die typischen 6 Augenmuskeln sind bei diesem Stadium zweifellos sämtlich vorhanden, in der Ausbildung jedoch gegenüber der soeben betrachteten Entwicklungsstufe erheblich zurückgeblieben. Sie bestehen aus Bindegewebszügen, welche sich von ihren Insertionspunkten an der Gehirnkapsel, resp. der bindegewebigen Umhüllung des Augblasenstieles, nach der Augenkapsel hinziehen, um sich mit den äusseren Partieen derselben zu vereinigen. Die erste Bildung von Muskelelementen lässt sich in ihnen zwar erkennen, jedoch in viel geringerem Umfange, als vorhin.

Stadium V (11 mm).

Es zeigt sich hier kaum eine Weiterentwicklung. Höchstens will es mir scheinen, dass die Gesammtstärke der Muskeln etwas zugenommen habe, doch lässt sich darüber, bei der Unmöglichkeit, die Züge der Muskelanlagen von dem umliegenden Bindegewebe scharf zu trennen, nichts Sicheres feststellen.

Die Ausbildung wirklicher Muskelzellen hat indessen, auch gegenüber dem Stadium III (8,5 mm) entschiedene Fortschritte gemacht: ihre Zahl hat sich bedeutend vermehrt, und sie sind auch viel deutlicher als solche zu erkennen. Von einer Querstreifung zeigt sich aber noch keine Spur.

Stadium VI (13 mm).

Die Gesammtstärke der Augmuskeln scheint, soweit dieselbe sich überhaupt feststellen lässt, etwa dieselbe geblieben zu sein. Im Inneren der Muskelzüge zeigen sich jedoch jetzt ziemliche Fortschritte. Neben den immer noch vorkommenden, weniger entwickelten Muskelzellen nämlich ist nun die Muskelfaser als solche deutlich ausgebildet. Sie ist bandförmig und besitzt eine grosse Länge. Sie führt einen einzigen Kern, der 0,0081 mm lang, 0,0022 mm dick ist. Der Theil der Faser, welcher den Kern birgt, hat eine Stärke von 0,0030 mm; sonst ist dieselbe 0,0022 mm breit.

Die Faser wird von einer zarten Membran umschlossen; ihren Hauptbestandteil bildet, neben dem Kern, ganz feinkörniges helles Protoplasma. Dasselbe ist an dem Rande (der Membran), an welchen es stets unmittelbar heranreicht, erheblich verdichtet. In grösseren, unregelmässigen Abständen gehen von dieser verdickten Randzone ziemlich starke Ausläufer ein Stück weit in die Tiefe der Faser, erreichen aber deren Mitte lange nicht. Diese Querleisten finden sich indessen nie im Gebiete der gesammten Faser, sondern sind auf einen mehr oder weniger grossen, aber immer nur einen einzigen Abschnitt beschränkt. In dem Teile, wo sich der Kern befindet, kommen sie niemals vor.

Sonst zeigt das Protoplasma der Augmuskelfaser absolut keine Differenzirung. Nur der Kern besitzt ebenfalls eine eigentümliche Anordnung seiner Chromatinsubstanz; dieselbe zieht sich nämlich zum grossen Theile in einer Art von Leisten quer durch den Kern hin, und es entsteht so das Bild einer Querstreifung des Kernes selbst.

Stadium VII (17 mm).

Die einzelne Muskelfaser zeigt in ihrem Bau keine Fortschritte; nur schien es mir in einzelnen Fällen, als ob die von der dichteren peripheren Randschicht in's Innere der Faser hineinragenden Querleisten zahlreicher geworden und infolgedessen etwas näher an einander gerückt wären. Sie kommen indessen immer noch nur in ganz unregelmässigen Abständen von einander vor und beschränken sich stets auf den einen Theil der Faser, während der andere ganz frei davon bleibt.

Die Fasern sind in den Bündeln auf Kosten der rein bindegewebigen Bestandtheile des Muskels viel häufiger, die Bündel infolgedessen erheblich stärker und fester geworden. So hat z. B. jetzt der *Musculus rectus externus*, eine Strecke vor seiner Insertion am Bulbus, eins Dicke von 0,0312 mm. Der *Musculus obliquus inferior* hat 0,0325 mm und der *Musculus obliquus superior*, unmittelbar vor seiner Insertion an der Sclera, 0,026 mm Stärke.

Stadium VIII (19,7 mm).

Die Muskelbündel sind durch Neubildung zahlreicher Fasern wieder etwas stärker geworden. Der *Musculus rectus superior* misst z. B. jetzt, eine kleine Strecke vor seiner Insertion am Bulbus 0,0425 mm in der Dicke.

Vor allem aber sind jetzt die Augmuskeln compacter, d. h. es legen sich häufig Muskelfasern an Muskelfasern, ohne durch die, allerdings noch immer zahlreichen lockeren Bindegewebszüge, mehr in dem hohen Grade von einander getrennt zu sein, wie früher. Ein dünner Bindegewebsüberzug bleibt jeder Faser indessen unter allen Umständen.

Die einzelne Muskelfaser ist viel länger geworden; ihre Stärke ist jedoch die alte geblieben.

Die nach der Axe der Faser hin gerichteten ringförmigen Aufwulstungen des in dem peripherischen Partieen verdichteten Protoplasmas reichen tiefer ins Innere der Faser hinein. In einzelnen Fällen durchsetzen sie jetzt, in ihren inneren Theilen freilich nur ganz zart und dünn, die ganze Faser. Dies kommt jedoch stets nur in dem einen Abschnitt der Faser, auf der einen oder anderen Seite des Kerntheiles vor, niemals in beiden zugleich. Die auf die peripherischen Partieen beschränkten *Septa* finden sich indessen jetzt gelegentlich im Gebiete der ganzen Faser, mit einziger Ausnahme des Kerntheiles. Der Kern selbst liegt stets inmitten der Faser. Die scheinbare Querstreifung desselben, die für ein früheres Stadium zu konstatiren war, ist jetzt nicht mehr anzutreffen.

Stadium IX (22,3 mm).

Hier handelt es sich lediglich um eine abermalige Vermehrung der als solche deutlich erkennbaren Muskelfasern. Ein Fortschritt in der inneren Differenzirung derselben ist nicht nachweisbar. Ganz glatte Fasern sind eher häufiger geworden, als in der Anzahl zurückgegangen; diejenigen, welche eine mehr oder weniger weit fortgeschrittene Querstreifung erkennen lassen, haben sich hinsichtlich ihrer Menge etwa auf der Stufe des vorigen Stadiums erhalten.

Stadium X (27,5 mm).

Beim vorliegenden Stadium liessen sich zwar wieder die sechs typischen Augmuskeln sämmtlich constatiren, doch gestattete der Zustand meiner Praeparate nicht, sie alle einer genauen Untersuchung zu unterziehen.

Der *Musc. rect. extern.* hat eine Breite von 0,0325 mm. Seine Fasern sind bereits sehr lang und von den reichlich sich dazwischen findenden Bindegewebsfasern deutlich zu unterscheiden. Ihre Breite beträgt 0,0022 mm; in dem Abschnitt, welcher den Kern enthält, schwellen sie auf 0,0031 mm an. Der Kern selbst, der sich immer in der Achse der Faser findet, ist 0,0059 mm lang und 0,0025 mm dick. In der Hauptsache ist die Faser glatt. Nur selten finden sich die ringförmigen von dem verdickten Randprotoplasma ins Innere hineinragenden Vorsprünge, und noch seltener haben letztere die ganze Faser durchsetzt, also an der betreffenden Stelle eine eigentliche Querstreifung bewirkt.

Der *Musc. rect. infer.* ist 0,0286, der *Musc. obl. sup.*, nahe seiner Insertion am Bulbus 0,0186 mm breit. Hinsichtlich des Faserbaues gilt bei beiden Muskeln das für den *Musc. rect. extern.* Gesagte.

Der *Musc. obl. infer.* hat nahe der Sclera eine Breite von 0,0234 mm. Seine Faser misst nur etwa 0,0018 mm in der Dicke. Der 0,0074 mm lange Kern scheint fast ebenso stark zu sein, wie die Faser, wird also nur durch einen äusserst dünnen Ueberzug der letzteren umschlossen. In der weitaus grössten Mehrzahl sind die Fasern hier ganz glatt. Erste Anfänge einer Querstreifung finden sich nur ganz selten.

Stadium XI (32 mm).

Auch hier war mir eine genaue Beschreibung sämmtlicher sechs Augmuskeln nicht möglich.

Der *Musc. rect. sup.* ist 0,0234 mm stark. Seine Faser hat eine Breite von 0,0019 mm, und zwar durchweg, da kein durch besondere Dicke ausgezeichneter Kernabschnitt zu constatiren ist. Der

Kern, dessen lange Achse stets mit derjenigen der Faser selbst zusammenfällt, ist 0,0091 mm lang und 0,0013 mm dick. Die Stärke des *Musc. rect. inf.* beträgt 0,0195 mm. Der, niemals wandständige, Kern misst 0,0074: 0, 0018 mm. Das Muskelbündel ist sehr reichlich mit Bindegewebe durchsetzt, das viele Kerne führt.

Der *Musc. rect. extern.* hat eine Breite von 0,026, seine Faser im Allgemeinen von 0,0018, im Kernabschnitt von 0,0030 mm. Der Kern ist 0,0052 mm lang und 0,0026 mm dick.

Der *Musc. obl. inferior* steht in der Hauptsache noch auf der Stufe eines ca. 0,022 mm dicken, sehr kernreichen, blutführenden Bindegewebsstranges. Muskelfasern, die als solche deutlich erkennbar wären, finden sich darin nur ganz selten. Sie sind dann 0,0015 mm, im Kerntheil 0,0026 mm breit. Der stets in der Achse liegende Kern zeigt die Masse 0,0066:0,0022 mm. Was die Frage nach der ev. Querstreifung der einzelnen Fasern betrifft, so scheint eine solche im *Musc. rect. extern.* am weitesten fortgeschritten zu sein. Wenn auch die ganz glatten Fasern der Zahl nach noch überwiegen mögen, so finden sich doch nunmehr viel häufiger solche, bei denen die ringförmige Leistenbildung im Gebiete der ganzen Faser in ziemlich engen Abständen auftritt, und auch die Fälle, wo die Leisten die Fasern vollständig durchwachsen haben, sind gar nicht mehr selten.

Etwas weiter in der Entwicklung zurück sind die Fasern des *Musc. rect. inferior*, in welchen die Ringleisten, soweit sie überhaupt vorkommen, gewöhnlich auf den einen Abschnitt (diesseits oder jenseits des stets glatten Kerntheiles) beschränkt und auch viel weiter auseinandergerückt sind. Die Fälle gelegentlicher vollständiger Durchquerung der Fasern durch die Leisten sind viel seltener.

Letztere Erscheinung fehlt sämmtlichen Fasern des *Musc. rect. sup.* Die ganz glatten Fasern bilden die erdrückende Mehrzahl, neben der diejenigen, welche den Anfang jener Leistenbildung zeigen, fast verschwinden.

Beinahe ausschliesslich der glatten Art gehören endlich die wenigen als solche deutlich erkennbaren Muskelfasern des *Musc. obl. inferior* an.

Das erwachsene Thier.

Die typischen sechs Augmuskeln sind alle deutlich erkennbar, Stärkenmaſse für sie anzugeben, scheint mir zwecklos, da sie bei den verschiedenen Individuen in so verschiedenen Contractionszuständen angetroffen werden, dass es geradezu unmöglich ist, festzustellen, welches ihre Dicke im Ruhezustande sein möchte. Soviel lässt sich indessen mit Bestimmtheit sagen, dass die vier *recti* stets stärker sind, als die beiden *obliqui*. Auch sonst sind die letzteren in der Entwicklung mehr zurück; sie sind immer von viel mehr Bindegewebe durchsetzt, das reichliche, kleine Gefässe führt, welche zwar bei den *recti* auch nicht fehlen, aber hier viel weniger häufig vorkommen. Auch die Bindegewebskerne sind in den *obliqui* viel zahlreicher.

Die Muskelfasern sind sehr langgestreckt und in allen Muskeln stets ganz bestimmt als solche zu erkennen. Ihre Breite beträgt im Durchschnitte etwa 0,0057 mm, doch gilt auch hinsichtlich ihrer dasselbe, wie für den ganzen Muskel: es lässt sich nicht entscheiden, ob man es mit einer contrahirten Faser, die dann im Maximum 0,0059 mm breit wäre, zu thun hat, oder mit einer im Ruhestande befindlichen, die im Minimum die Breite von 0,0054 mm aufweist.

Augenscheinlich aber sind jetzt die Fasern aller 6 Augenmuskeln im Allgemeinen gleich stark geworden. Vergleicht man die Breite einer Faser, z. B. aus dem *Musc. rectus superior*, mit der Höhe des Bulbus, so ergiebt sich in einem Falle das Verhältniss 1: 182,7. Man darf dieser Zahl freilich keine allzugrosse Bedeutung beilegen, da ja einerseits die Breite der Faser, andrerseits die Höhe des Augapfels bei den einzelnen Individuen bedeutenden Schwankungen unterworfen ist. Zieht man jedoch in Rücksicht, dass dasselbe Verhältniss bei grossen Embryonen z. B. bei Stad. XI (32 mm) 1 : 290,8, bei Stad. X (27,5 mm) 1 : 348 beträgt, so lässt sich auch auf Grund der obigen nur ganz annähernd zutreffenden Verhältnisszahl constatiren, dass die Breite der Faser mit fortschreitender Grössenzunahme des Bulbus ebenfalls zunimmt, und zwar in ganz unverhältnissmässig hohem Grade.

In jedem Muskel kommen quergestreifte Fasern vor, doch zeigen dieselben, was ihre Anzahl, sowie den Grad betrifft, den ihre Differenzirung in dieser Hinsicht erreicht hat, bei den einzelnen Muskeln ein verschiedenes Verhalten.

Am weitesten vorgeschritten scheinen immer der *Musc. rectus superior* und *inferior* zu sein, deren Fasern stets sämmtlich Querstreifung aufweisen. Dieselben besitzen ein klar ausgesprochenes Sarcolemm, das eine zarte doppeltcontourirte, vom Körper der Faser selbst stets durch einen kleinen Spalt getrennte Membran darstellt. Die Querstreifung durchsetzt diesen Spalt. Der Körper der Faser zeigt eine sehr feine längsstreifige Anordnung. Der Kern, 0,0089 mm lang, 0,0033 mm dick, ist stets wandständig, d. h. er ist dem Sarcolemm so weit genähert, dass zwischen ihnen nur noch der erwähnte feine Spalt hinläuft. In seltenen Fällen zieht sich rings um den Kern eine schmale, helle Zone, ein Kernhof; es ist also das M. Schultze'sche Muskelkörperchen zu constatiren.

Meist ist in den Fasern dieser Muskeln die Querstreifung sehr enge, in einzelnen Augen kommen jedoch auch grössere Zwischenräume zwischen den Querstreifen vor. Diese Erscheinung, und ebenso die wechselnde Breite des Spaltraumes zwischen Sarcolemm und Muskelkörper, dürfte indessen, wenigstens zum grossen Theile, auf den verschiedenen Contractionsgrad der Faser zurückzuführen sein.

Im *Musculus rectus externus* und *internus* kommen neben den quergestreiften auch sogenannte glatte Fasern, d. h. solche vor, denen die Querstreifung vollständig fehlt; eine feine Längsstreifung ist aber auch an ihnen immer zu erkennen.

Von einem Spalte zwischen dem Inhalte der Muskelfaser und dem Sarcolemm ist dann keine Spur vorhanden; die quergestreiften Fasern zeigen gegenüber den oben beschriebenen keine Verschiedenheit.

Ausser den hier angeführten kommen hier aber auch Fasern vor, von denen nur ein Theil eine verschieden weit ausgebildete Querstreifung zeigt, während der Rest und darunter immer der Abschnitt, welcher den Kern birgt, glatt ist. Auch bei ihnen fehlt der Spaltraum zwischen Sarcolemm und Faserkörper häufig, jedoch nicht immer.

In den beiden *obliqui* finden sich die ganz glatten Fasern zuweilen noch etwas reichlicher, und es lässt sich erkennen, dass bei ihnen der Spalt zwischen dem Sarcolemm und der Faser selbst immer, die Andeutung einer Längsstreifung in vielen Fällen ganz fehlen. Das Sarcolemm ist dann sehr fein und kommt zuweilen nur als scharfe Grenzlinie zum Ausdruck. Die zum Theil quergestreiften, zum Theil glatten Fasern bilden die Mehrzahl. Bei ihnen, wie bei den vollkommen quergestreiften, stellt das Sarcolemm stets eine ganz deutlich doppeltcontourirte Membran dar, und ist vom Inhalt der Faser durch einen mehr oder minder schmalen Zwischenraum getrennt. Der glatte Theil einer nur partiell quergestreiften Faser zeigt dann stets Längsstreifung. Die Querstreifung ist in allen Fällen sehr fein und zart, und lange nicht so scharf ausgesprochen, wie in den Fasern der *recti.*

Ueber die Lidmuskulatur wurde bereits bei Betrachtung der Augenlider gesprochen.

Zusammenfassung.

Die Augmuskeln entstehen also, wie gezeigt wurde, aus Bindegewebssträngen, die auf frühen Entwicklungsstufen ihre Stelle einnahmen. Es treten dabei zunächst die 4 *recti* auf, die sich zwischen der Gehirnkapsel, und zwar derjenigen Gegend derselben, wo sie vom Sehnerven durchbrochen wird, und der Augenkapsel ausspannen. Erst ziemlich spät treten auch die Anlagen der *Musculi obliqui* deutlicher hervor. Anfangs sind sämmtliche Augmuskeln von dem Bindegewebe der weiteren Umgebung nur schwer zu unterscheiden, bald aber heben sie sich von diesem durch den streng parallelen Verlauf und die enge Schichtung ihrer Fasern, sowie durch die langgestreckte Form ihrer Kerne und die Anordnung derselben (die lange Achse stets den Faserzügen gleichlaufend) sehr deutlich ab. Es beginnen sich aus den Bindegewebszellen Muskelzellen und Muskelfasern zu entwickeln. Dies geschieht zunächst einfach durch bedeutendes Längenwachsthum jener Zellen, dem eine Verdichtung des Protoplasma in den peripherischen Partieen entspricht. Von diesen Theilen gehen dann ringförmige Leisten aus, die in den helleren Innenraum der Faserzellen hineinragen. Zugleich gewinnt der übrige Inhalt derselben eine Anordnung in ganz feine Längsstreifen. Die äussere Begrenzung der Faser wird immer schärfer und hebt sich schliesslich als doppeltcontourirte Membran, als Sarcolemm, ab. Die Ringleisten werden, zunächst nur in einem Theile der Faser, dann aber bald in der gesammten Ausdehnung derselben, immer grösser und durchwachsen sie schliesslich vollständig. Sie werden also zu den „Krause'schen Membranen", welche die Querstreifung der Faser darstellen. Schon vor ihrer Vollendung hat sich das Sarcolemm von dem Körper der Faser, nicht aber von den Ansatzflächen der Leisten, etwas zurückgezogen, und es entsteht so zwischen ihm und dem Körper der Faser ein Spalt, der von ungemein feinem Protoplasma, vielleicht auch von Zellwasser, erfüllt und von den Querstreifen durchzogen wird. Der anfangs in der Achse der Faser gelegene Kern wird allmählich wandständig, d. h. er nähert sich dem Sarcolemm immer mehr, ohne indessen in vollständige Berührung mit demselben zu kommen.

Der Rest des Bindegewebes, das ja ursprünglich die Muskelanlage allein darstellte, wird mit Ausbildung der Muskelfasern immer spärlicher, verschwindet aber niemals gänzlich, denn jede Muskelfaser ist immer von einer feinen Bindegewebslage umhüllt, in der sich, freilich schliesslich nur noch ganz selten, Kerne finden. Gefässe führt der Muskel auch in seiner ausgebildetsten Form noch immer in den ihn durchsetzenden Bindegewebszügen.

Durch ihre bindegewebig gebliebenen Sehnen stehen die Augmuskeln in direktem Zusammenhang, anfangs mit den äussersten Lagen der Augenkapsel und später der Sclera.

Die oben geschilderte Ausbildung erreichen aber die Muskelfasern nicht in allen Fällen. Besonders in den *Musculi obliqui*, in geringerem Umfange auch in den *recti*, bleiben sie auf einer niederen Stufe stehen, und man trifft in Folge dessen in allen Augmuskeln, mit Ausnahme des *musc. rect. superior* und *inferior*, Fasern, die entweder ganz oder theilweise ohne Querstreifung sind, in welchen die längsstreifige Anordnung des Protoplasma fehlt, in welchen das Sarcolemm nicht vollkommen entwickelt ist u. s. w., wie dies bei Beschreibung des erwachsenen Thieres gezeigt wurde.

Auf Grund meiner Befunde an den Augmuskeln des Maulwurfs vermag ich mich also Kölliker's[1]) Ansicht nicht anzuschliessen, wenn derselbe behauptet, dass die Querstreifung von Muskelfasern lediglich der Ausdruck ihrer Contraction sei. Wäre dies der Fall, so müsste unbedingt angenommen werden, dass auch bei den Embryonen, wenigstens bei den höher entwickelten, die Augmuskeln in Thätigkeit gewesen wären, da ja auch hier mehr oder weniger zahlreiche Spuren der Erscheinung zu Tage treten, die gewöhnlich als Querstreifung von Muskelfasern bezeichnet wird. Eine solche Contraction im embryonalen Auge ist aber doch wohl ausgeschlossen.

---

[1]) Kölliker, Handbuch der Gewebelehre. Bd. I. VI. Aufl. 1889. p. 360 ff.

Man kann also auch an den Augenmuskeln erkennen, dass während, oder kurz nach der Geburt, eine Entwicklungshemmung eingetreten sein muss. Da die Augenmuskeln sich nicht zur selben Zeit anlegen, dagegen augenscheinlich in der allgemeinen Weiterentwicklung und inneren Differencirung das von jeder einmal angenommene Tempo auch beibehalten, so werden die später gebildeten (also die *obliqui*) vom Eintritt der Entwicklungshemmung auf einer Stufe überrascht worden sein, auf welcher noch weniger Fasern die vollkommene Ausbildung erreicht haben, als dies bei den älteren Muskeln, also vor Allem dem *Muscul. rect. superior* und *inferior*, der Fall ist.

Sclero-Chorioidea und Cornea.

Stadium I (4,5 mm).

Eine besondere *Sclera* und *Chorioidea* existiren nicht. Es besteht rings um den *Bulbus oculi* herum eine, bald schmälere, bald breitere Bindegewebshülle, welche sich gegen das lockere Bindegewebe der weiteren Umgebung des Auges indessen nur stellenweise, und auch dann nicht immer scharf, absetzt. Diese Bindegewebsmassen, die man auf dieser Stufe einfach als Augenkapsel zusammenfassen kann, zeichnen sich durch eine etwas straffere Anordnung aus. Ihre Faserzüge sind sehr stark gewellt, lassen aber doch eine zur Bulbus-Fläche im Grossen und Ganzen tangentiale Anordnung erkennen. Auch die Mehrzahl ihrer Kerne ist verhältnissmässig langgestreckt, (während die des übrigen Bindegewebes in der Augumgebung rundlich-ovale Gestalt haben), und ihre lange Achse hat meist eine zu der Bulbus-Oberfläche ebenfalls tangentiale Richtung. Freilich gehen, wie schon bemerkt, an vielen Stellen diese besonders differenzirten Gewebslagen ganz allmählich, und ohne jede feststellbare Grenze in die gewöhnlichen Bindegewebsmassen über.

Zuweilen macht sich an der dem Pigmentepithel zugekehrten Fläche der Augenkapsel eine schmale Randzone durch noch etwas straffere Anordnung und gedrängtere Lage ihrer, auch etwas weniger gewellten Faserzüge bemerklich, die von der Hauptmasse der Schicht indessen keineswegs scharf abgegrenzt ist. Die Kerne dieser Partie sind dann noch erheblich gestreckter und immer tangential zur Bulbus-Oberfläche gelagert. Blut findet sich in dieser Randschicht keines, während sonst die nähere und entferntere Umgebung des Auges reich an kleineren und grösseren Gefässen ist.

Am vorderen Augenpol, etwa vom Niveau des Augbecherrandes an weiter distalwärts betrachtet, ist die Augkapsel stets deutlich ausgebildet, niemals findet sich jedoch hier an ihrer Innenfläche jene besonders differenzirte Schicht. Sie ist hier viel breiter geworden, als in ihren dem Pigmentepithel anliegenden Teilen und dabei oft auf das Doppelte ihrer dortigen Mächtigkeit angewachsen. Maſse lassen sich freilich bei dem auch hier ungemein schwankenden Verhalten der Bindegewebsmassen nicht angeben. Vor Allem sind in diesem distalen Abschnitt die Kerne erheblich zahlreicher geworden und verlaufen jetzt durchweg mit ihrer langen Achse parallel zu der Richtung, welche die Faserzüge einschlagen. Diese streben unverkennbar sämmtlich gegen den Winkel hin, den die in Einsenkung begriffene Linsenblase mit der ectodermalen Körperbedeckung, von der sie ja einen Theil ausmacht, bildet. (Taf. II. Fig. 19.) Sie bohren sich förmlich dort hinein, und man gewinnt die Ueberzeugung, dass dieses Bindegewebe einen bedeutenden activen Antheil an der späteren Abschnürung der Linsenblase nimmt.

Stadium II (6,7 mm).

Auch hier hat sich um den Bulbus eine Kapsel aus dem übrigen das Auge einbettenden Bindegewebe herausdifferenzirt. Dieselbe ist von sehr schwankender Dicke, aus leichtgewellten Zügen aufgebaut, die im Allgemeinen parallel zur Bulbusfläche verlaufen. Sie sind gegen das lockere Bindegewebe der weiteren Umgebung an vielen Stellen etwas schärfer abgesetzt; anderwärts gehen sie dann aber auch, freilich ganz ohne erkennbare Grenze, allmählich in dasselbe über. Die Kerne dieser besonders ausgebildeten Schichten sind langgestreckt-spindelförmig, häufig den Wellenzügen entsprechend etwas gekrümmt; ihre lange Achse verläuft jedoch meist annähernd tangential zur Aussenfläche des Auges.

Die inneren Lagen dieser Gewebstheile zeigen wieder einen besonders straffen Bau. Es sind hier die Faserzüge etwas gestreckter angeordnet, weniger wellig und enger aneinander gelagert, die Kerne etwas kürzer und viel schmäler, sowie fast gar nicht gekrümmt.

Von einem der Centralarterie parallel hinziehenden Gefässstamme haben sich zahlreiche Verzweigungen in Begleitung von reichlichem perivasculärem Bindegewebe zwischen die innerste Schicht der Augenkapsel und das Pigmentepithel eingeschoben. Sie haben sich schnell über den ganzen Bulbus hin ausgebreitet und so die erste Anlage einer *Chorioidea* geschaffen, die auf diesem Stadium gegen die schon vorher vorhandene Augenkapsel deutlich abgesetzt ist. Taf. II. Fig 21. Taf. VI. Fig. 69.

Am distalen Augenpole haben sich die Gewebszüge der Augenkapsel, ohne Differenzirung in ihrem Innern, von allen Seiten über die abgeschnürte Linsenblase hergeschoben, ohne indess bis jetzt zu einer gegenseitigen Vereinigung gekommen zu sein. Es besteht vielmehr noch zwischen distaler Linsenfläche und Kopfintegument eine, etwa kreisförmige freie Stelle, die von dem vordringenden Bindegewebe noch nicht erreicht worden ist.

Ein Theil des Augenkapselgewebes steht, wie oben gezeigt (cfr. Glaskörper) in direktem Zusammenhange mit den durch die Augbecheröffnung eindringenden Bindegewebsmassen.

Blut findet sich in dieser Bindegewebshülle des Bulbus nur wenig vor. Eine Ausnahme macht davon nur die Gegend des proximalen Augpoles, doch liegen hier die kleinen Gefässchen, wie gezeigt, eigentlich nicht in, sondern nur an der Augenkapsel.

Zuweilen scheint auch ein Zusammenhang zwischen den vordersten Partieen des bulbusumhüllenden Bindegewebes, also der Augenkapsel, mit der Linsenkapselanlage zu bestehen und zwar durch Vermittlung derjenigen Bindegewebstheile, welche, wie öfters hervorgehoben, zwischen Linse und Augbecherrand ihren Eintritt in den Glaskörperraum nehmen.

Stadium III (8,5 mm).

Die äussere Grenze der Augenkapsel ist ein wenig schärfer geworden, doch finden sich auch hier noch da und dort Uebergänge in das lockere Bindegewebe der weiteren Umgebung. Die Augenkapsel ist durch etwas straffere Schichtung, einen im grossen Ganzen zur Bulbusoberfläche tangentialen Verlauf ihrer Faserzüge und regelmässige Anordnung ihrer rundlich-ovalen Kerne gegenüber der äusseren Umgebung des Auges ausgezeichnet. Die Grenzschicht gegen die Anlage einer *Chorioidea*, die beim letzten Stadium so deutlich war, zeigt von einem besonderen Bau hier keine Spur, und die Augenkapsel geht ohne jede Grenze in die *Chorioidea* über, die sich von ihr nur durch die Anwesenheit ihrer Gefässe unterscheidet. Man kann also jetzt die beiden vereinigten Schichten als *Sclero-Chorioidea* bezeichnen.

Zwischen den innersten Lagen dieser Sammelschicht und dem Pigmentepithel finden sich, allerdings nur stellenweise deutlich nachweisbar, nun wieder einzelne Bindegewebszüge, die durch gestreckter liegende Fasern und sehr dünne spindelförmige Kerne ausgezeichnet sind. Sie bilden eine sehr schmale Gewebslage, die stets vollkommen blutleer ist.

Die *Sclero-Chorioidea* ist von sehr wechselnder Mächtigkeit. Im Aughintergrund hat sie, nahe dem Opticusaustritt, eine Stärke von 0,0058 mm. Sie geht direkt in die Bindegewebsschichten über, welche Sehnerv resp. Augblasenstiel unmittelbar umhüllen, und sich durch den Anfang einer besonderen Differenzirung, als erste Andeutung der späteren Scheiden documentieren.

Am distalen Augpole spalten sich aus der Masse der *Sclero-Chorioidea* verschiedene Blätter ab. Das eine, stärkste, hat sich vom Augbecherrande her vor die Linse geschoben und ist vor dem distalen Pole derselben nunmehr zu einer ununterbrochenen Gewebslage zusammengewachsen, die der ectodermalen Körperbedeckung unmittelbar anliegt. Die letztere besitzt hier eine Stärke von 0,0058 mm, die Bindegewebsschicht ist 0,0052 mm dick. Doch ist nur ein Theil davon auf Rechnung jener Abspaltung aus der *Sclero-Chorioidea* zu setzen. Den Rest liefern Bindegewebszüge, welche, ausserhalb der *Sclero-Chorioidea* gelegen, das Auge rings umgeben und am proximalen Augpole in der geschilderten Weise sich anordnen.

Ausser der erwähnten hat sich am Augbecherrande eine zweite Bindegewebsmasse von der *Sclero-Chorioidea* abgespalten, die rings um die Linse her in den Raum zwischen dieser und dem ebenbeschriebenen Blatte hineinragt, jedoch noch nirgends bis zur Linse vorgedrungen ist. Diese Bindegewebsmasse besteht aus viel weniger zahlreichen und lockerer angeordneten Zügen. Taf. II. Fig. 22.

Eine dritte Abspaltung stellt eine Membran dar, welche sich vor der Linse ausspannt und ohne Zweifel als *Membrana pupillaris* aufzufassen ist.

Stadium IV (10 mm).

Es besteht immer noch keine Scheidung der Augenkapsel in *Sclera* und *Chorioidea*, man hat es lediglich mit einer im Aughintergrund circa 0,0058 mm starken Bindegewebsmasse zu thun, die sich von dem angrenzenden Bindegewebe durch etwas straffere Schichtung, sowie dichtere und engere Anordnung ihrer Faserzüge unterscheidet; auch verlaufen in ihr die langen Achsen der gestreckten Kerne, entsprechend den weniger gewellten Faserzügen, im Allgemeinen mehr parallel zur Augoberfläche, während sie im umhüllenden Bindegewebe in Bezug auf ihre Richtung gar keine bestimmte Regel erkennen lassen. Es existirt jedoch auch zwischen diesem Gewebe und der Augenkapsel fast nirgends eine scharfe Grenze —, und zwar noch weniger, als beim vorigen Stadium —, vielmehr geben die zum Bulbus tangential verlaufenden Faserzüge, je weiter nach Aussen, desto mehr diese Richtung auf, werden immer stärker gewellt und verlieren bald jede bestimmte Direktion.

Der innere Rand der Augenkapsel führt zahlreiche, kleine Blutgefässe und charakterisirt sich dadurch, aber bis jetzt nur dadurch, als Anlage der *Chorioidea*. Die innere Grenze derselben bildet die für das letzte Stadium bereits beschriebene blutfreie Gewebsschicht, die aus wenigen, sehr gestreckt verlaufenden Fibrillenzügen mit ganz spärlichen, sehr kleinen und schmalen Kernchen besteht. Zuweilen ist diese Schicht auf kurze Strecken leicht pigmentirt.

Die äusseren Partieen der *Sclero-Chorioidea*, soweit sich solche überhaupt abtrennen lassen, sind stets ohne Gefässe. Sie zeigen einen deutlichen, ununterbrochenen Zusammenhang mit den Bindegewebszügen, welche den Sehnerven umhüllen und gegen das angrenzende Bindegewebe in derselben Weise differenzirt sind, wie die Augenkapsel. Andrerseits gehen die äusseren Schichten der letzteren in das Bindegewebe der in Anlage begriffenen Augmuskeln direkt über.

Die Anordnung der inneren Lagen des den Bulbus in weiterem Umkreise umhüllenden Bindegewebes am distalen Augpol, sowie die Abspaltung einzelner Blätter aus der *Sclero-Chorioidea* an dieser Stelle vollzieht sich in derselben Weise, wie für Stadium III (8,5 mm) geschildert.

Ein Fortschritt lässt sich dabei nicht erkennen, es will mir vielmehr scheinen, als ob beim vorliegenden Stadium die Annäherung der in der Bildung begriffenen *Membrana Descemetii* an den distalen Linsenpol meistens noch nicht so weit gediehen wäre, als bei jenem früheren Stadium.

Die *Membrana pupillaris* ist sehr deutlich.

Stadium V (11 mm).

Eine Scheidung zwischen *Sclera* und *Chorioidea* ist noch immer nicht zu Stande gekommen. Es gibt nur eine *Sclero-Chorioidea*, deren innere, blutführende Lagen als Anlage einer *Chorioidea* angenommen werden mögen, während die äusseren, mit dem Bindegewebe der Augmuskeln und der Scheidenanlage im Umkreis des Opticus im Zusammenhang stehenden, als *Sclera* aufzufassen sind. Es besteht zwar eine etwas straffer angeordnete sehr schmale Schicht zwischen beiden Häuten, doch lässt es sich nicht entscheiden, ob man es dabei wirklich mit einer Grenzschicht zu thun hat, oder, ob nicht etwa distal von ihr liegende Partieen noch zur *Sclera*, oder, was freilich wegen des Blutmangels unwahrscheinlicher, proximal von ihr sich ausbreitende Gewebstheile zur *Chorioidea* rechnen sind. Die besonders straff angelegte blutleere Schicht, welche den innersten Rand der Augenkapsel bildet, hat sich noch weiter differenzirt, besonders unterscheiden sich ihre sehr schmalen und gestreckten Kerne scharf von den mehr rundlich-spindelförmigen der übrigen *Sclero-Chorioidea*. Die Dicke der ganzen Anlage beträgt im Aughintergrunde etwa 0,0104 mm, doch ist es auch jetzt noch schwer, genaue Maſse festzustellen, da eine Trennung von dem Bindegewebe der weiteren Augumgebung nur ganz selten mit Sicherheit sich durchführen lässt.

Am distalen Augpole spalten sich, wie beim vorigen Stadium, einzelne Blätter aus dem Bindegewebe der *Sclero-Chorioidea* ab. (Taf. II. Fig. 25. Taf. III. Fig. 36.)

Das am meisten distal gelegene derselben legt sich, verstärkt durch Theile des lockeren bulbusumhüllenden Bindegewebes, an das ectodermale Körperepithel an, welches das Auge überzieht und bildet dort die Züge der *Cornea propria*. Das Körperepithel hat seinen einschichtigen Bau verloren. Seine innersten Schichten haben sich zu einem *Rete Malpighii* ausgebildet, das freilich hier, vor der Linse, nicht aus den charakteristischen cylindrischen, sondern aus kubischen, ja oft nur aus dicken Plattenzellen besteht. Auf diese Schicht haben sich, vorläufig in einfacher Lage, schmale Plattenzellen gelegt, die, von den Zellen des *Rete Malpighii* abstammend, die erste Anlage der äusseren Epidermisstrata repräsentiren.

Die zweite Abspaltung, eine Anlage der *Membrana Descemetii*, hat sich dem distalen Linsenpol von allen Seiten mehr genähert, ohne jedoch zur Vereinigung gelangt zu sein. Neu ist, dass dieser Gewebstheil jetzt reichliche kleine Gefässe führt.

Die *Membrana pupillaris* ist häufig vollständig verschwunden.

Maſse ergeben sich für das vorliegende Stadium die folgenden:

Der ectodermale Theil der *Cornea*, hat, in der verlängerten Augachse gemessen, eine Dicke von 0,0067 mm; das mesodermale Bindegewebe der *Cornea propria* ist 0,0052 mm stark.

Stadium VI (13 mm).

Im ganzen Umfange des Bulbus, mit Ausnahme der dem distalen Pole nahe gelegenen Theile, hat die *Sclero-Chorioidea* eine Gesammtstärke von 0,0133 mm erreicht. Sie ist von dem umgebenden Bindegewebe nunmehr allenthalben durch festeren Bau und gestreckteren, zur Bulbus-Fläche tangentialen Faserverlauf deutlich zu unterscheiden. Auch in ihrem Inneren kann man jetzt, freilich nur stellenweise, eine äussere, straffere, blutfreie Schicht von einer etwas lockerer, welliger angelegten, blutführenden, inneren, also eine *Sclera* von einer *Chorioidea* trennen. Der Unterschied kommt ganz besonders durch eine hervorragend enge Lagerung der Bestandtheile einer Schicht zur Erscheinung, die, zwischen beiden Häuten sich hinziehend, nicht erkennen lässt, zu welcher derselben man sie rechnen muss, da sie mit beiden fest verwachsen ist. Ihrer Structur nach ähnelt sie allerdings mehr der *Sclera*. Die Aderhaut hat eine Mächtigkeit von 0,0052 mm. Die Faserhaut ist 0,0081 mm dick.

Am inneren Rande der *Chorioidea* findet sich da und dort jene besonders differenzirte Faserschicht. Dieselbe ist indessen nur selten deutlich ausgesprochen. Sie setzt sich dann aus wenigen, sehr feinen und gestreckten, enge aneinandergelagerten Fasern zusammen, zwischen denen kleine, sehr dünne und gestreckte Kerne vorkommen. In einzelnen Fällen liess sich, dann aber ganz deutlich, erkennen, dass die retinalen Stützfasern zwischen den Zellen des Pigmentepithels hindurchtraten und sich in den Zügen der geschilderten Faserschicht verloren.

Der Uebergang der *Sclera* in die, in der Entwicklung aber viel weiter zurückgebliebenen Anlagen der Opticusscheiden ist stets deutlich. Ebenso sind ihre Verbindungen mit dem noch sehr reichlichen Bindegewebe der Augmuskelanlagen immer sicher nachzuweisen.

Die Spaltung der *Sclero-Chorioidea* in verschiedene Blätter, die am distalen Augpole vor sich geht, ist im Allgemeinen dieselbe geblieben, wie beim vorigen Stadium. Neben der Anlage der *Membrana Descemetii* ist jedoch das chorioideale Bindegewebe gegen den Augbecherrand sehr bedeutend vorgerückt und hat diesen vielfach, (besonders in der dorsalen Aughälfte) bereits erreicht.

Die *Membrana Descemetii* ist gegen die Linse hin, wenn überhaupt, jedenfalls nur sehr wenig vorgeschritten.

Die beim vorigen Stadium oft fehlende *Membrana pupillaris* ist hier in den meisten Fällen genau, wie beim Stadium IV (10 mm), wieder vorhanden.

Das Gewebe der *Cornea propria* hat vor der Linse eine Stärke von 0,0052 mm. Seine Faserzüge sind sehr gestreckt und enge aneinandergepresst. Nur ziemlich spärlich finden sich darin kleine, schmale Kernchen.

Die *Conjunctiva* der *Cornea* hat eine Gesammtstärke von 0,0033 mm. Die Zellen ihres *Rete Malpighii* sind stark abgeplattet, in noch höherem Grade naturgemäss die diesem in einfacher Schicht aufliegenden übrigen Epidermiszellen.

Die Gesammtstärke der Hornhaut, in der verlängerten Augachse gemessen, beträgt 0,0095 mm.

Stadium VII (17 mm).

Die Strecken, auf welchen *Sclera* und *Chorioidea* von einander getrennt werden können, sind häufiger und besonders im Aughintergrund grösser geworden. Die Grenzschicht zwischen beiden zeigt sich zuweilen ganz in der Art, wie beim vorigen Stadium, oft fehlt sie aber auch vollständig. Die *Sclero-Chorioidea* misst 0,0148 mm in der Dicke, wovon 0,0089 mm auf die *Sclera*, 0,0059 mm auf die *Chorioidea* kommen.

Die Aderhaut ist reich an kleinen Gefässen. Ihre Gewebszüge verlaufen leicht gewellt, und die Kerne folgen ihnen mit der Richtung ihrer langen Achsen. Nur in dem die Gefässe direkt einhüllenden Bindegewebe nehmen die Kerne gelegentlich eine andere, zur Gefässwandung tangentiale Richtung an.

Eine besonders differenzirte innerste Schicht der *Chorioidea* in Form weniger sehr straff verlaufender und enge gelagerter Bindegewebszüge mit langen, schmalen Kernen, liess sich nur an einzelnen Stellen nachweisen. Der Grund davon mag darin zu suchen sein, dass das reichliche Pigment des Pigmentepithels sich oft auch auf die nächstgelegenen Theile der *Chorioidea* ausgebreitet und deren innerste Lagen mit verdeckt hat. Aus demselben Grunde lässt sich auch über die Endigung der aus der *Retina* kommenden Stützfasern nichts angeben.

Das Gefüge der *Sclera* ist viel lockerer und welliger und die Kerne dieser Haut halten sich demgemäss weit weniger in der zur Bulbusfläche tangentialen Richtung, wenn allerdings diese auch hier vorherrscht.

Gegen das umhüllende lose Bindegewebe setzt sich die *Sclera* nunmehr ganz deutlich ab: Uebergänge finden sich zwar immer noch, sind indessen selten geworden. Im untrennbaren Zusammenhang steht die *Sclera*, oder wenigstens deren äussere Schichten, mit den Bindegewebszügen, welche, in deutlicher, besonderer Differenzirung, den Sehnerven umhüllen, also den späteren Opticusscheiden, sowie mit dem Bindegewebe der Augmuskeln.

Auch Gefässe führt die *Sclera*. Dieselben sind zwar viel seltener, als in der *Chorioidea*, aber ziemlich gross.

Am vorderen Augenpole sind *Sclera* und *Chorioidea* meist nicht mehr so deutlich aus einander zu halten; ihre Verschiedenheit ist indess, wenn auch nicht durch eine scharfe Grenze ausgedrückt, doch immer noch deutlich genug, dass man unterscheiden kann, wie sich die beiden Häute an der Bildung von *Iris* und *Cornea* betheiligen. (Taf. II. Fig. 26.)

Der innerste Theil der *Chorioidea* liegt dabei dem Pigmentepithel bis zur Stelle von dessen Umbiegung in die *Retina* dicht an und bildet so den Chorioidealantheil der Irisanlage. Er führt kleine Gefässe, die freilich weit weniger zahlreich sind, als in den übrigen Theilen der Aderhaut. Direkt vor der Spitze der Iris, oder dem Augbecherrand, senden die Gewebsmassen dieses Chorioidealabschnittes einen wulstförmigen Fortsatz in der Richtung auf die Linse zu in den Raum der vorderen Augenkammer hinein. Dieser Bindegewebswulst bildet gleichsam die Bahn für ein grosses Ringgefäss, das an dieser Stelle zwischen *Cornea* und Linse dem vorderen Augenpol eingelagert ist.

Die äusseren Lagen der *Chorioidea* bilden die *Membrana Descemetii*, welche sich jetzt vor der Linse geschlossen hat und dem übrigen Gewebe der *Cornea* meist dicht anliegt. Sie unterscheidet sich von demselben durch ihren lockeren Bau und das Vorhandensein grösserer, dickerer Kerne. Ausserdem ist sie durch die Anwesenheit kleiner Gefässe ausgezeichnet. In der verlängerten Augachse gemessen hat sie eine Stärke von 0,0037 mm. An ihrem Ursprung, das heisst ihrer Abgangsstelle aus der *Chorioidea*, die etwa 0,033 mm vom freien Irisrande entfernt liegt, misst sie ca. 0,006 mm in der Dicke.

Von einer *Papillarmembran* fehlt immer jede Spur.

Die *Cornea propria* wird zu ihrem grössten Theile aus der über den distalen Augenpol sich ausbreitenden *Sclera* gebildet. Dieselbe ist hier ungemein fest geschichtet, ihre Faserzüge sind ganz enge zusammengedrängt und, ziemlich gerade verlaufend, nur ganz leicht gewellt. Die Kerne sind klein und schlank-spindelförmig. Ausserdem betheiligen sich an dem Aufbau der *Cornea propria*, wie schon oben gezeigt, noch Theile des bulbusumhüllenden Bindegewebes. Dieselben sind beim vorliegenden Stadium jedoch von den aus der *Sclera* stammenden nur selten zu trennen.

Die gesammte *Cornea propria* ist vor dem vorderen Linsenpole 0,0044 mm stark.

Die äusserste Schicht der *Cornea* bildet die *Conjunctiva*, ausschliesslich aus *Rete Malpighii* und einer einzigen Zellenlage, die das *Stratum corneum* darstellt, bestehend. Ersteres ist 0,0052 mm dick, letztere hat eine Stärke von 0,0018 mm. Es kommen jedoch auch Fälle vor, in welchen jene Lage des *Stratum corneum* fehlt, die *Conjunctiva* also lediglich durch das *Rete Malpighii* gebildet wird.

Stadium VIII (19,7 mm).

Die *Sclero-Chorioidea* hat im Aughintergrund eine Mächtigkeit von 0,0207 mm. Eine Trennung der Gesammtschicht in die beiden Theile lässt sich auf vorliegendem Stadium meist viel schwieriger durchführen, als beim letzten. Es giebt zwar Stellen, an welchen die beiden Häute scharf gegeneinander abgesetzt erscheinen, und sogar eine deutliche Grenzschicht nicht zu verkennen ist; (die *Sclera* ist dann 0,0133 die *Chorioidea* 0,0074 mm dick), doch sind dieselben ziemlich selten und von geringer Ausdehnung. Ein Unterschied im Bau lässt sich allerdings überall constatiren: die *Chorioidea* hat feinere, enger gelagerte, straffere, die *Sclera* ziemlich grobe, lockere, wellige Gewebszüge. Die Aderhaut führt wenige, kleine Kerne, die, abgesehen von den dem perivasculären Bindegewebe angehörigen, stets eine zur Bulbusoberfläche tangentiale Richtung haben; die Faserhaut dagegen führt viele, grosse, dicke Kerne, deren lange Achsen nach allen Richtungen verlaufen können. In der *Chorioidea* liegen zahlreiche Gefässe; die *Sclera* zeigt nur ganz vereinzelte Spuren von Blut. Die für frühere Stadien beschriebene besondere Differenzirung der innersten Partie der *Chorioidea* lässt sich meist nur an ganz wenigen Stellen nachweisen, da das reichliche *Pigment* des *Pigmentepithels* sich fast immer auf die angrenzenden Theile der *Chorioidea* ausgedehnt hat und die fragliche Schicht dann gänzlich verhüllt.

Die äusseren Lagen, also die *Sclera*, sind gegen das Bindegewebe der Umgebung meist deutlich abgesetzt; Uebergänge in dasselbe sind zwar noch stellenweise vorhanden, aber in Zahl und Ausdehnung gegenüber dem vorigen Stadium wieder erheblich zurückgegangen.

Dadurch, dass sich die *Membrana Descemetii* nunmehr allenthalben fest an die *Cornea propria* angelegt hat, ist endlich eine, in allen wesentlichen Bestandtheilen vollständige, Hornhaut fertig geworden. Diesselbe hat vor der Linse eine Gesammtstärke von 0,0097 mm, wovon 0,0045 auf die *Conjunctiva*, und je 0,0026 auf die *Cornea propria* und *Membrana Descemetii* kommen. Letztere hat an ihrem Rande, d. h. nahe der Stelle, wo sie aus der *Chorioidea* sich abspaltet, eine Dicke von 0,0052 mm. Sie besteht noch aus ziemlich lockeren, gewellten Faserzügen mit nicht allzu häufigen, rundlich-ovalen Kernchen. An ihrer proximalen Fläche führt sie noch einzelne kleine Gefässe und zwar in ihrer ganzen Ausdehnung, vor der Linse ebensowohl, wie an ihrer Ursprungsstelle. Sie liegt der *Cornea propria*, wie gesagt, durchweg dicht an; nur an einigen wenigen Stellen bestehen noch ganz kleine Spalträume zwischen den beiden Gewebstheilen.

Cornea propria und *Conjunctiva* zeigen nichts Neues.

Eine *Pupillarmembran* ist nicht vorhanden.

Stadium IX (22,3 mm).

Im Hintergrunde des Auges sind *Sclera* und *Chorioidea* meist schwer von einander zu trennen. Die Grenzschicht erscheint nur selten, und auch dann wenig deutlich ausgebildet. Die Gesammtschicht misst hier 0,0247 mm in der Dicke. An den wenigen Stellen, wo eine deutliche Unterscheidung der beiden

Gewebslagen möglich ist, zeigt die *Sclera* eine Mächtigkeit von 0,0169 mm, während die *Chorioidea* 0,0078 mm stark ist. Letztere ist sehr locker gebaut. Ihre zahlreichen, kleinen Kerne haben daher gar keine bestimmte Richtung, sondern folgen lediglich den Faserzügen. Blut findet sich sehr reichlich.

Am innern Rande der *Chorioidea* zeigt sich überall da, wo derselbe von den Pigmentmassen des *Pigmentepithels* nicht mitverdeckt ist, jene, schon früher gelegentlich anzutreffende, besonders differenzirte schmale Schicht. Dieselbe setzt sich aus wenigen, sehr gerade verlaufenden, engegeschichteten Faserzügen zusammen, zwischen welchen sich, nicht allzu reichlich, sehr lange, dünne Kerne finden, die mit ihrer langen Achse stets strenge parallel zur Bulbusoberfläche gerichtet sind. Zuweilen liess sich erkennen, wie die Müller'schen Stützfasern der *Retina*, die sich über den *Margo limitans externus* hinaus fortgesetzt haben und zwischen den Zellen des *Pigmentepithels* durchgetreten sind, sich mit der beschriebenen Schicht vereinigten. Es geschicht das in der Weise, dass sie kurz nach Passiren des *Pigmentepithels* unter rechtem Winkel umbiegen und in die Schicht eintreten, zwischen deren Faserzügen sie dann verschwinden. Diese Erscheinung liess sich freilich nur in vereinzelten Fällen, dann aber auch mit grosser Deutlichkeit, konstatiren.

Die *Sclera* zeigt eine etwas straffere Anordnung, als die Hauptmasse der *Chorioidea*. Ihre Faserzüge sind zwar auch noch stark gewellt, verlaufen aber, wenigstens im Allgemeinen, parallel mit der Augoberfläche. Die Kerne der *Sclera* folgen dieser Richtung. Die Haut führt einzelne Gefässe.

Gegen das umliegende lockere Bindegewebe hat sie sich nunmehr überall deutlich abgegrenzt.

Der Zusammenhang mit den Anlagen der Opticusscheiden, sowie mit den Augenmuskeln zeigt keine Verschiedenheiten gegenüber dem letzten Stadium.

Am distalen Augenpole setzt sich die *Sclera*, zusammen mit einem Theile des hier in der Anordnung seiner Faserzüge der ersteren ungemein ähnlich gewordenen Bindegewebes der Augumgebung, direkt in die *Cornea propria* fort (Taf. II. Fig. 23). Diese hat, unmittelbar vor der Linse gemessen, eine Stärke von 0,0089 mm. Die sie aufbauenden Faserzüge sind sehr fein und enge an einander gedrängt, nur wenig gewellt und mit spärlichen, kleinen und schmalen Kernen versehen. Eine Grenze gegen die *Sclera* hin existirt absolut nicht. Die *Conjunctiva* der *Cornea* ist in der verlängerten Augenachse sehr dünn, nur 0,0037 mm stark, und besteht hier aus einer einzigen Zellenlage, dem *Rete Malphighii*, dessen Elemente sehr niedrig-plattenförmig, sind. Sie nimmt aber in den von dem distalen Augenpole entfernteren Partieen rasch an Stärke zu, so dass sie z. B. in Gegend des Irisrandes bereits wieder 0,0059 mm misst. Hier sind die Zellen des *Rete Malpighii* viel höher, haben zwar noch nicht die charakteristische Cylindergestalt, aber doch wenigstens Würfelform erreicht. Auch 1—2 Lagen sehr flacher Elemente eines *Stratum corneum* sind hier häufig vorhanden. An dieser Stelle ist übrigens auch die *Cornea propria* stärker, nämlich 0,0170 mm dick.

Die *Membrana Descemetii* misst in der Augenachse 0,0029 mm; in der Gegend ihrer Abzweigung aus der *Chorioidea*, d. h. hier nicht weit hinter dem freien Irisrande, ist sie 0,0063 mm stark. Sie besteht aus wenigen, ziemlich welligen Faserzügen mit kleinen, aber nicht sehr schmalen, sondern eher rundlich-ovalen, Kernen. Sie hat sich jetzt überall dicht an die *Cornea propria* angelagert. Blut findet sich nur noch in ihren der Iris genäherten Randpartieen, und auch da weit spärlicher, als beim vorigen Stadium.

Das dem Irisrande vorgelagerte Ringgefäss, dessen Perivasculärgewebe mit dem Bindegewebe der chorioidealen Iris in loser Verbindung steht, hat keine Veränderung erlitten.

Die Züge der *Chorioidea* selbst sind in der Gegend des freien Irisrandes etwas stärker geworden und führen kleine Gefässe. Häufig hat sich das Pigment des Pigmentepithels auch auf diese bindegewebigen Theile der Irisanlage verbreitet.

Stadium X (27,5 mm).

Die *Sclero-Chorioidea* ist im Hintergrunde des Auges 0,0168 mm stark, wovon 0,0058 mm auf die *Chorioidea*, 0,011 auf die *Sclera* fallen. Beide Häute lassen sich hier leicht von einander unterscheiden. In der grossen Mehrzahl der Fälle ist auch die Zwischenschicht zwischen beiden sehr schön ausgebildet. Sie ist aber jetzt nicht mehr straffer angeordnet, als die *Sclera*, sondern erscheint eher etwas lockerer, als diese.

Die Aderhaut besteht aus ziemlich los geschichteten, welligen Zügen. Besonders in ihren inneren, also dem Bulbus zugekehrten Partieen ist sie sehr gefässreich. Die Bindegewebskerne, ziemlich klein, von nicht sehr gestreckter Spindelform, verlaufen in ihrer Mehrzahl, jedoch keineswegs ausnahmslos, tangential zur Bulbusfläche. Das reichliche Pigment des Pigmentepithels hat sich auch noch auf die benachbarten Theile der *Chorioidea* ausgedehnt und so die Unterscheidung einer ev. vorhandenen besonders differenzirten innersten Gewebslage, also einer Zwischenmembran, unmöglich gemacht.

Die Faserhaut setzt sich aus weit weniger gewellten, sehr straff und enge geschichteten Bindegewebszügen, die ganz langgestreckte, dünne Kerne führen, zusammen. Der Uebergang des Muskelbindegewebes, — von eigentlichen Sehnen lässt sich ja noch nicht sprechen — sowie der äusseren Opticusscheiden in die äusseren Lagen der *Sclera* ist stets deutlich. Die innere Sehnervenscheide ist in nächster Nähe des Bulbus noch nicht als besondere Gewebsschicht erkennbar, über ihren Zusammenhang mit Theilen der Augenkapsel lässt sich also nichts aussagen. Ausserhalb der *Sclera* hat sich das Bindegewebe der weiteren Augenumgebung nunmehr ebenfalls zu einer Art Kapsel arrangirt, die jedoch von der *Sclera* trotz ihres sehr ähnlichen Baues stets sehr leicht zu unterscheiden ist: vor Allem dadurch, dass die Augenmuskeln und die Opticusscheiden durch sie hindurchtreten, ohne irgendwelche Verbindung mit ihr einzugehen. Dieses Bindegewebe ist sehr reich an Gefässen, und auch die äusseren Lagen der *Sclera* selbst zeigen gelegentlich Spuren von Blut.

Gegen den distalen Augenpol hin verdickt sich die *Sclera* allmählich etwas und geht in der öfters geschilderten Weise in die Züge der *Cornea propria* über.

Die *Cornea* i. w. S. hat vor der Linse eine Gesammtstärke von 0,0208 mm. An ihrem Rande, den man bei dem Fehlen jeder deutlichen Grenze gegen die *Sclera* an der Stelle annehmen mag, wo die *Membrana Descemetii* sich von der *Chorioidea* abspaltet, ist die Hornhaut im Ganzen 0,0377 mm mächtig. Auf die einzelnen Lagen der *Cornea* vertheilen sich diese Zahlen folgendermassen:

Die *Conjunctiva* ist vor dem distalen Linsenpole 0,0045 mm stark. Sie ist hier einschichtig, besteht also lediglich aus dem *Rete Malpighii*, dessen Zellen stark abgeplattet sind. Gegen den Rand hin nehmen die letzteren allmählich mehr cubische Form an, und zugleich finden sich ihnen, zunächst in einfacher, bald aber mehrfacher Lage die Elemente der äusseren Epidermisschichten, also eines *stratum corneum*, aufgelagert, so dass die corneale *Conjunctiva* an dem Rande (dessen Lage oben näher präcisirt wurde) auf 0,0078 mm Dicke zu stehen kommt.

Die *Cornea propria* misst in der Augenachse 0,0130, am Rande 0,0234 mm. Ueber ihre Zusammensetzung ist nichts Neues anzuführen. Die *Membrana Descemetii* besteht jetzt häufig in einem Theile ihrer Ausdehnung aus einer einfachen Lage von Zellen, die in den Partieen vor dem Linsenpole mehr, in den Randtheilen der Schicht weniger langgestreckt sind. Daneben finden sich aber stets noch faserige Elemente. Gelegentlich sind bei einzelnen benachbarten Zellen die trennenden Wände verschwunden und es findet sich dann eine Anzahl der kleinen schmalen Kernchen in einem grösseren Raume nebeneinander, während von den Zellen, denen sie angehört haben, nur die Membranen der proximalen oder distalen

Flächen übrig geblieben sind (Taf. III. Fig. 37). Doch findet sich diese Erscheinung, wie gesagt, nur stellenweise. Die *Membrana Descemetii* ist, in der Augachse gemessen, 0,0033 mm stark, während sie in der Gegend ihrer Abzweigung aus der *Chorioidea* 0,0065 mm Dicke aufweist.

Die *Chorioidea* der distalen Augenpartieen liegt dem Pigmentepithel stets dicht an. Sie ist bis an den freien Irisrand hin vorgedrungen und führt hier ziemlich viele, aber kleine Gefässe. Von einer Zwischenmembran ist auch in diesem Abschnitt, vermuthlich wegen des von der Pigmentlamelle herübergekommenen Pigmentes, nichts zu entdecken.

Das der Iris vorgelagerte Ringgefäss ist stets deutlich vorhanden, doch scheint es mir in vielen Fällen entschieden weniger bedeutend, als bei früheren Stadien: vor Allem ist das einst so stark entwickelte Bindegewebspolster, in dem es sich um die Pupille herumzog, bis auf wenige Reste geschwunden. (Taf. III. Fig. 27).

Von einer Vascularisirung der *Membrana Descemetii* hat sich auch die letzte Spur verloren.

Stadium XI (32 mm).

Sclera und *Chorioidea* sind allenthalben deutlich von einander zu unterscheiden. Im Aughintergrunde ist erstere 0,0117, letztere 0,0078 mm stark. Die Grenzschicht fehlt nur ausnahmsweise. Sie ist auch bei diesem Stadium stets straffer, als die *Chorioidea*, dagegen lockerer, als die *Sclera* angeordnet. Die *Chorioidea* besteht aus wenigen, losen Gewebszügen mit nicht sehr regelmässig gelagerten, oft gekrümmten Kernchen und zahlreichen Gefässen. Der Umstand, dass diese oft einen grösseren Durchmesser besitzen, als die durchschnittliche Stärke der Aderhaut beträgt, bewirkt ein stellenweises Anschwellen der letzteren. Auch beim vorliegenden Stadium sind von dem Pigmentepithel her Pigmentmassen in die inneren Schichten der *Chorioidea* eingewandert und verdecken eine möglicherweise vorhandene Zwischenmembran vollständig.

Die *Sclera* besteht wieder aus enggelagerten, sehr gestreckt verlaufenden Fibrillenzügen, deren lange, schmale Kerne zur Bulbusfläche fast durchweg tangential gerichtet sind. Was die Verbindung mit Muskeln und Opticusscheiden betrifft, so gilt das fürs letzte Stadium Gesagte.

Die besondere Anordnung des Bindegewebes der Augenumgebung zu einer Art von äusserer Augenkapsel lässt sich auch hier sehr deutlich erkennen.

Eine Grenze zwischen *Sclera* und *Cornea* fehlt ebenfalls, und empfiehlt es sich, den Rand der *Cornea* wieder an der Stelle anzunehmen, wo sich *Membrana Descemetii* und *Chorioidea* trennen. Dieser Ort findet sich aber jetzt meistens dem distalen Augenpole viel mehr angenähert, nicht weit von dem freien Irisrande entfernt.

Die corneale *Conjunctiva* ist, in der Augenachse gemessen, 0,0052 mm stark. Sie wird in dieser Gegend ebenfalls wieder von den in einer Lage angeordneten, sehr platten Zellen der *Rete Malpighii* gebildet. Eine Annäherung derselben an cubische Form, sowie Auflagerung von Elementen des *stratum corneum* beginnt erst in Gegend des freien Irisrandes, also kurz vor Erreichung der als scleroticale Corneagrenze angenommene Stelle. Dort misst die *Conjunctiva* 0,007 mm. (Taf. III. Fig. 28).

Die *Cornea propria*, deren Bau sich in Nichts geändert hat, besitzt vor der Linse eine Mächtigkeit von 0,0182, am Rande eine solche von 0,0197 mm.

Die *Membrana Descemetii* präsentirt sich als einfache Zellenlage, deren Elemente häufig durch Strecken, die aus faserigen Bestandtheilen sich bilden, in ihrem Zusammenhange unterbrochen werden.

Der Umstand, dass in der Augachse ihre Dicke (0,0021 mm) geringer ist, findet auch hier wieder ausschliesslich damit seine Erklärung, dass vor der Linse die Zellen der sogenannten Membran länger gestreckt und dünner sind, als in den Randpartieen, wo die Schicht eine Stärke von 0,0030 mm zeigt.

Die gesammte *Cornea* hat also eine Mächtigkeit von 0,0255 mm vor der Linse, 0,0297 mm an der scleroticalen Grenze.

Das Ringgefäss am freien Irisrande ist immer vollständig verschwunden. Die *Chorioidea* erreicht diesen Rand, ohne sich aber noch über denselben hinaus fortzusetzen.

Das ausgebildete Thier.

Chorioidea und *Sclera* sind stets deutlich von einander zu unterscheiden. Bei einzelnen Exemplaren kommen freilich stellenweise Anklänge an die Zustände auf früheren Stufen vor, indem die Häute im Bau einander so ähnlich sind, dass sich eine feste Grenze zwischen beiden nicht aufstellen lässt; doch ist diese Erscheinung wie gesagt, immer auf vereinzelte Stellen beschränkt, während sich gleich daneben *Sclera* und *Chorioidea* auf's Deutlichste gegeneinander absetzen. In einzelnen Augen wird diese Grenze durch das Vorhandensein einer ausgesprochenen *Lamina fusca* noch mehr hervorgehoben. Es lässt sich in derselben das für sie charakteristische System von Maschen freilich nur selten erkennen, da, wo sie auftritt, fast immer auch eine reichliche Pigmentirung vorhanden ist, wodurch der Bau dieser Zwischenschicht in der Hauptsache verdeckt wird.

Zur Veranschaulichung der Grössenverhältnisse von *Chorioidea* und *Sclera* im Aughintergrunde mag folgende Tabelle dienen.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Bulbustiefe mm	1,0350	0,8620	0,7758	0,7413	0,6637	0,3186
Chorioidea mm	0,0088	0,0066	0,0130	0,0091	0,0100	0,0078
Sclera mm	0,0185	0,0148	0,0390	0,0325	0,0338	0,0234
Verhältniss von *Chorioidea* zu *Sclera*	1:2,1	1:2,24	1:3	1:3,57	1:3,38	1:3
Verhältniss von *Chorioidea* zu Bulbustiefe	1:117	1:130	1:59,6	1:81,4	1:66,4	1:40,8
Verhältniss von *Sclera* zu Bulbustiefe	1:55,9	1:58,2	1:19,8	1:22,8	1:19,6	1:13,6

Das Verhältniss, in welchem die beiden Häute zu einander stehen, ist also ein sehr verschiedenes. Man kann jedoch sagen, dass, je geringer die Bulbustiefe, je kleiner also das Auge, die *Sclera* zu Gunsten der *Chorioidea* umsomehr zurücktritt. Ebenso verhält sich die *Chorioidea*, verglichen mit der Bulbustiefe: je geringer diese, in umsohöherem Grade betheiligt sich die Aderhaut am Aufbau des Auges. Dasselbe gilt im Allgemeinen, von den auch hier oft recht bedeutenden Schwankungen abgesehen, von der *Sclera:* auch sie ist in den grossen Augen verhältnissmässig viel weniger mächtig, als in den kleinen.

Was den feineren Bau betrifft, so zeigt die, übrigens meist sehr gefässreiche *Chorioidea* auch in dieser Richtung die grössten Schwankungen In den meisten Fällen ist ihr Gefüge ein ziemlich lockeres. Die Bindegewebsfasern verlaufen stark wellig und die zahlreichen spindelförmigen Kerne zeigen in der Richtung ihrer langen Achse gar keine bestimmte Anordnung: sie sind eben den Wellenzügen entsprechend gelagert, also bald tangential zur Bulbusfläche, bald senkrecht dazu gerichtet, oder unter irgend welchem anderen Winkel zu ihr geneigt. In einzelnen Fällen zeigt die Aderhaut jedoch einen wesentlich festeren Bau. Ihre Züge sind dann nur wenig gewellt und verlaufen mehr parallel zur Bulbusfläche. Die sie bildenden Fibrillen sind enge aneinandergelagert, und bei den viel weniger zahlreichen, dagegen langgestreckten und viel schmäleren Kernen ist die lange Achse stets tangential zur Fläche des Auges gestellt. Eine Ausnahme machen hievon nur die in der Umgebung der Gefässe gelegenen Kerne, die weniger gestreckt sind und meist tangential zur Gefässwandung angeordnet erscheinen. Häufig sind die innersten Theile, augenscheinlich durch aus dem Pigmentepithel herübergewanderte Massen, mehr oder weniger stark pigmentirt. Eine eigentliche Zwischenmembran d. h. eine structurlose, glashelle Haut am inneren Rande der Aderhaut (so, wie sie z. B. gelegentlich als *Lamina vitrea* beschrieben worden ist), existirt in keinem Falle, wohl aber lässt sich häufig jene schon auf frühen Embryonalstufen anzutreffende, besonders differenzirte innerste Aderhautpartie constatiren, die man als Anlage einer solchen Membran auffassen kann. Sie stellt immer eine sehr dünne (ca. 0,0008 mm mächtige) Schicht dar, und ist aus wenigen, ganz feinen Bindegewebsfäserchen, die sehr enge aneinandergelagert sind und einen fast gar nicht gewellten, sehr straffen Verlauf zeigen, aufgebaut. Zuweilen finden sich in ihr kleine, schmale Kernchen, meist aber liegen ihr solche nur, auf der inneren, wie der äusseren Fläche, dicht an.

Die Müller'schen Fasern, deren Durchtreten zwischen den Zellen des Pigmentepithels (cfr. *Retina*) man unter günstigen Umständen beobachten kann, treten in die fragliche Schicht ein und verlieren sich zwischen den Fäserchen derselben. Freilich konnte ich diese Thatsache nur in ganz seltenen Fällen constatiren, da die reichliche Pigmentirung des Pigmentepithels einerseits die Müller'schen Fasern, andrerseits häufig auch alle inneren Partieen der *Chorioidea* vollständig mit verdeckt. Gelegentlich finden sich jedoch in einzelnen Augen pigmentfreie, oder doch pigmentärmere Stellen, und dann ist es möglich, das geschilderte Verhalten dieser Gewebstheile deutlich nachzuweisen. Oft ist aber mit Bestimmtheit erkennbar, dass es nicht zur Differenzirung der fraglichen Schicht gekommen ist, die *Chorioidea* vielmehr ganz unverändert bis an das Pigmentepithel heranreicht. Auch in solchen Fällen lassen sich jedoch gelegentlich Stützfasern durch letztere Haut hindurch verfolgen. Sie verlieren sich dann in den Gewebszügen der Aderhaut.

Da, wo die Zwischenmembran, oder ihre Anlage, vorhanden ist, findet sich niemals eine Spur von Blut in ihr. Es ist also ausgeschlossen, sie etwa mit einer *Membrana choriocapillaris* für gleichbedeutend anzusehen.

Die *Sclera* (Taf. V. Fig. 62) zeigt stets einen viel strafferen Aufbau, als die *Chorioidea.* Sie ist aus sehr feinen, ungemein enge aneinander gedrängten Fibrillen zusammengesetzt. Sehr häufig macht sich in ihr eine Neigung zu einer Art von Bänderbildung geltend. Es schart sich dann eine mehr, oder weniger bedeutende Anzahl jener Fäserchen zu einem Band, oder einem Bündel zusammen, das meist leicht gewellt verläuft und von dem benachbarten durch mehr oder weniger grosse und zahlreiche Spalten getrennt ist.

Die Bänder gehen häufig ineinander über, gabeln und theilen sich dann wieder und geben der *Sclera* das Aussehen eines sehr engmaschigen Flechtwerkes. Die Kerne sind in der *Sclera* immer sehr klein und wenig zahlreich; oft fehlen sie auf verhältnissmässig weite Strecken gänzlich. Meist sind sie auf die peripherischen Theile der Faserhaut, besonders deren äussere proximale Randpartieen, beschränkt, zuweilen finden sie sich aber auch durch die ganze *Sclera* gleichmässig zerstreut. Stets verläuft ihre lange Achse tangential zur Bulbusfläche. In denjenigen Faserhäuten, in welchen die beschriebene Netzbildung deutlicher auftritt, fehlen die Kerne den centralen Partieen der Bänder meist ganz und sind in der Hauptsache auf deren peripherische Lagen beschränkt.

Die *Sclera* setzt sich gegen das Bindegewebe der Augenumgebung in allen Fällen auf's Deutlichste ab. Die Anordnung des letzteren zu einer Art zweiter, äusserer Augenkapsel, wie sie sich bei grösseren Embryonen zeigt, tritt auch im Auge des ausgebildeten Thieres nicht selten deutlich in Erscheinung, meistens freilich fehlt sie, bis auf ganz unbedeutende Andeutungen.

Eine Grenze zwischen *Sclera* und *Cornea* existirt auch im höchstentwickelten Maulwurfsauge nicht. Will man eine solche aufstellen, was ja mit Rücksicht auf Constatirung und Vergleichung der Stärkenmasse immerhin sehr nützlich sein dürfte, so würde es sich auch jetzt wieder, wie bisher, empfehlen, dafür die Stelle zu wählen, an welcher die *Membrana Descemetii* aus der *Chorioidea* ihren Ursprung nimmt.

Was die Massverhältnisse der *Cornea* betrifft, so gilt stets die Regel, dass die Hornhaut vor dem distalen Augenpole, also in der Augachse, ihre geringste Mächtigkeit hat und gegen ihre Randpartieen hin allmählich, mehr oder weniger rasch, zunimmt. Das Nähere soll folgende Tabelle zeigen.

		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
In der Augachse	*Conjunctiva*	0,0062	0,0063	0,0169	0,0090	0,0058	0,0052
	Cornea propria	0,0163	0,0126	0,0195	0,0221	0,0195	0,0351
	Membrana Descemetii . . .	0,0029	0,0015	0,0019	0,0013	0,0019	0,0019
	Gesammtstärke der *Cornea* . .	0,0254	0,0204	0,0383	0,0324	0,0272	0,0422
	Verhältniss der Gesammtstärke der *Cornea* zur Bulbustiefe.	1:40,7	1:42,2	1:20	1:22,8	1:24,4	1:7,55
Am Rande.	*Conjunctiva*	0,0148	0,0103	0,0177	0,0110	0,0077	0,0071
	Cornea propria	0,0340	0,0325	0,0459	0,0416	0,0400	0,0481
	Membrana Descemetii	0,0029	0,0026	0,0019	0,0013	0,0019	0,0019
	Gesammtstärke der *Cornea* . .	0,0539	0,0454	0,0655	0,0539	0,0496	0,0571
Verh. von Gesammtstärke der *Cornea* in der Augachse zur Gesammtstärke am Rande		1:2,12	1:2,22	1:1,71	1:1,66	1:1,82	1:1,35

Wie man sieht, ist die Stärke der *Cornea* in der Augachse bei den verschiedenen Individuen wieder sehr verschieden; es tritt jedoch auch hier, wie bei *Chorioidea* und *Sclera*, im Allgemeinen die Regel zu Tage, dass je kleiner ein Auge, umso stärker im Verhältniss seine *Cornea* ist.

Auch die Stärkezunahme, welche die Hornhaut gegen ihren Rand hin erfährt, ist eine sehr verschiedene, jedoch scheint, im Grossen und Ganzen betrachtet, auch in diesem Punkte eine gewisse Gesetzmässigkeit zu herrschen. Die Verdickung ist nämlich bei den grösseren Augen eine verhältnissmässig viel bedeutendere, als bei den kleineren.

Ob Hess mit seiner Angabe, die *Cornea* sei in ihrem Scheitel 0,03 mm dick, eine Durchschnittszahl hat aufstellen wollen, oder ob er das bei einem Exemplar gefundene Mass ohne Weiteres als für alle Maulwurfshornhäute giltig ansieht, vermag ich nicht zu entscheiden, es scheint mir übrigens das eine so unrichtig zu sein, wie das andere.

Der äusserste der drei die *Cornea* zusammensetzenden Theile, die *Conjunctiva*, besteht in seinen vor dem Linsenpole sich ausbreitenden Partieen nur in seltenen Fällen ausschliesslich aus dem *Rete Malpighii*. Meist haben sich auf diesem eine, oder mehrere weitere Epidermislagen, also Theile eines *stratum corneum*, entwickelt. Die Stärke dieser äussersten Schichten ist ebenfalls sehr schwankend. Bald bilden sie, wie gesagt, nur eine einzige Lage sehr langgestreckter, faserartiger Zellen, 0,0013 mm breit, die keine Spur von Kernen mehr zeigen, ein anders Mal ordnen sie sich dann wieder in 2—3 Lagen an, von denen die innerste aus langen, dünnen Plattenzellen, mit ziemlich gestreckten, spindelförmigen Kernen, besteht, während die Elemente der zweiten viel länger und dünner und nur in einzelnen Fällen noch mit sehr gestreckten, fast fadenfömigen Kernen versehen sind. Eine ev. vorhandene dritte, äusserste Lage bilden dann fast vollständig verhornte, absolut kernlose, schuppenförmige Zellen.

Auch das *Rete Malpighii* hat in seinen im Umkreis der Augachse gelegenen Partieen einen sehr mannigfaltigen Bau. Stets wird es durch eine einzige Lage plattenförmiger Zellen dargestellt, doch ist die Stärke der letzteren sehr verschieden: bei dem einen Thier ziemlich gering, bei einem andern dann verhältnissmässig bedeutend, schwankt sie zwischen 0,0039 und 0,0058 mm.

Gegen den Rand, also gegen die *Sclera* hin, verstärkt sich die *Conjunctiva*. Es geschieht dies einmal dadurch, dass sich die Lagen des *stratum corneum* vermehren und zwar, wie dies ja überall in der *Epidermis* der Fall ist, durch Neubildung vom *Rete Malpighii* aus. Man wird also in den von der Augachse entfernten Theilen als äusserste Corneaschicht immer wieder die schuppenförmigen, langgestreckten und dünnen, kernlosen Hornzellen und einwärts von ihnen etwas weniger gestreckte Zellen antreffen, die wenigstens noch Spuren eines Kernes erkennen lassen. Zwischen ihnen und der Malpighi'schen Schicht treten dann, zunächst eine, bald mehrere Lagen von Elementen auf, die mehr plattenförmig und mit deutlichen, oft spindelförmigen, ja sogar rundlich-ovalen Kernen ausgestattet sind. Solcher innerer Lagen können es gegen die Scleragrenze hin bis zu vier werden.

Auch die Zellen des *Rete Malpighii* nehmen, je weiter von der Augachse entfernt, umsomehr an Höhe zu und werden zunächst allmählich cubisch, schliesslich cylindrisch, bis zu 0,0059 mm hoch. Ihre vor dem Linsenpol ziemlich langgestreckten elliptischen Kerne, deren lange Achse dort parallel zur Fläche der *Cornea* verläuft, werden immer kürzer und gedrungener und gewinnen endlich (in den Cylinderzellen) Kugelgestalt, mit einem Durchmesser bis zu 0,0044 mm.

Der Haupttheil der Hornhaut, die *Cornea propria*, zeigt in allen von mir untersuchten Maulwurfsaugen das Gemeinsame, dass er aus sehr feinen Bindegewebsfäserchen gebildet ist. Dieselben liegen ganz enge aneinander gedrängt und besitzen in den Partieen des vorderen Augenpoles stets nur sehr wenige Kerne. Diese sind meist sehr klein und schmal-spindelförmig, nur in einem einzigen Falle erschienen sie mehr rundlich. Selten finden sie sich durch die ganze Dicke der Schicht zerstreut; sie halten sich gewöhnlich vorwiegend in den peripherischen, und von diesen hauptsächlich in den proximalen Partieen. Es kommt jedoch auch vor, dass sie den im Umkreise der Augachse gelegenen Abschnitten der Hornhaut vollständig fehlen.

Von den „spindelförmigen Zellen“, also wohl den sog. Corneakörperchen, die Hess, sogar in grosser Anzahl, constatiert hat, konnte ich niemals auch nur eine Spur entdecken. Es existieren zwar in der *Cornea propria* zahlreiche kleinere und grössere Spalträume, doch liessen sich an denselben (auch unter Anwendung der Silbermethoden) niemals die charakteristischen nach allen Seiten abgehenden kurzen Fortsätze nachweisen. Vielfach verdanken diese Spalten wohl der, auch in der *Cornea* auftretenden Neigung zur Bänder- oder Balkenbildung ihr Dasein. Dieselbe findet sich aber keineswegs in jeder Hornhaut; ich konnte sie vielmehr, wenigstens in den Theilen des Augpoles, nur selten mit Sicherheit constatiren.

Ebensowenig, wie Corneakörperchen vermochte ich in der vor der Linse gelegenen *Cornea* die nach Kadyi die gesammte Hornhaut durchziehenden Gefässe aufzufinden. In meinen, sehr zahlreichen Präparaten besitzen die Randpartieen der *Cornea* selten, die der Augachse nahelegenen niemals Gefässe.

Wie aus der Tabelle hervorgeht, nimmt die *Cornea propria* gegen die *Sclera* hin ebenfalls an Stärke immer mehr zu. Auch ihre Struktur erleidet dabei Änderungen. Vor allem tritt die Zusammenfassung der Fasern in Bänder mehr hervor. Auch da, wo diese nicht stattgefunden hat, verlaufen die Fasern, immer noch sehr enge gedrängt, entschieden etwas welliger. Weiterhin sind die von der Augachse entfernteren Partieen stets viel kernreicher: es kommt häufiger vor, dass sich durch die ganze Schicht die Kerne, die auch etwas an Stärke zugenommen haben, gleichmässig verbreiten; absoluter Kernmangel besteht in diesen Theilen niemals.

Häufig lässt sich nahe der (angenommenen) scleroticalen Grenze die *Cornea propria* in zwei verschiedene Schichten zerlegen. Die innere derselben, die weitaus mächtigere, setzt sich in die *Sclera* fort, während die äussere, dünnere mit den Bindegewebszügen im Zusammenhange steht, die den Bulbus im weiteren Umkreise umschliessen. Diese äussere Schicht ist stets viel lockerer angeordnet, ihre Züge verlaufen viel welliger, sie ist immer reich an rundlich-ovalen, gelegentlich beinahe kugeligen Kernchen, deren lange Achse, im Gegensatze zur übrigen *Cornea*, wo dieselbe stets zu der Oberfläche der Haut parallel gerichtet ist, nach allen möglichen Richtungen verläuft.

In einem einzigen Falle zeigte die Hornhaut ein von dem geschilderten sehr verschiedenes Verhalten Taf. III. Fig. 39. In der Augachse hatte nämlich die *Conjunctiva* eine Stärke von zusammen 0,0244 mm. Sie bestand hier, von Innen nach Aussen betrachtet, zunächst aus dem *Rete Malpighii*, das aus 0,0096 mm breiten, 0,0074 mm dicken Platten gebildet war. Diese führten kugelige Kerne von 0,0063 mm Durchmesser. Es folgten darauf, zusammen ebenfalls 0,0074 mm dick, zwei Zellenlagen, deren Elemente etwas weniger starke Platten darstellten und länglich ovale Kerne führten. Hieran schlossen sich 2—3 Lagen langgestreckter in der Verhornung begriffener Zellen mit noch deutlichen, sehr gestreckten Kernen in einer Gesammtstärke von 0,0052 mm, und endlich mehrere Schichten ungemein langer, schuppenförmiger, vollständig verhornter Zellen, zusammen 0,0044 mm dick. Gegen die *Sclera* nahm diese *Conjunctiva* nicht, wie in allen anderen Fällen, an Mächtigkeit zu, sondern im Gegentheil sehr bedeutend ab. Schon die Zellen des *Rete Malpighii* waren nahe der Faserhaut nur mehr 0,0044 mm dick, bei einer Breite von 0,0081 mm (Kerne 0,0033: 0,0044 mm). Das *stratum corneum* hatte die grösste Einbusse erlitten, da hier, mit Ausnahme der beiden äussersten, zusammen 0,0044 mm starken, alle weiteren Lagen fehlten. Die *Cornea propria* zeigte dagegen kein auffälliges Verhalten, da sie in der Augachse 0,0207, in Nähe der scroticalen Grenze 0,0517 mm dick war, was das Verhältniss 1: 2,5 ergibt. Auch in ihrem Bau hatte sie keine Besonderheiten. Eine gelegentliche Neigung der *Conjunctiva*, sich vor der Linse unverhältnissmässig zu verdicken, zeigt sich nun auch sonst wohl ab und zu (ich erinnere nur an die *Cornea*, deren Masse in der Tabelle sub. III verzeichnet sind), niemals aber hat diese Verstärkung eine so gewaltige, das ganze Aussehen der Hornhaut in so hohem Grade umgestaltende Ausdehnung angenommen, und ich glaubte daher auf diesen, ja zweifellos abnormen Fall, hier mit einigen Worten eingehen zu sollen.

Der innerste Theil der *Cornea*, die *Membrana Descemetii* (Taf. III Fig. 40) ist jetzt zu einer sehr feinen, glashellen Haut geworden, die in den meisten Fällen auf den ersten Blick einer *Membran* zum Mindesten sehr nahe zu kommen scheint. Bei genauerer Untersuchung zeigt es sich jedoch, dass darin, neben sehr feinem Protoplasmagerinnsel, eine grosse Anzahl feinster Fäserchen verlaufen. Ausserdem finden sich, zwar niemals in ihr, aber immer ihr dicht angelagert, in einem Falle mehr, im anderen Falle weniger, kleine Kernchen. Dieselben sind übrigens an ihrer distalen, der *Cornea propria* anliegenden Fläche stets viel häufiger, als an der dem Auge zugekehrten, wo sie immer nur selten auftreten und in vielen Fällen ganz fehlen. Gegen die *Sclera* hin verändert sich die *Membrana Descemetii* meist gar nicht: ganz so, wie sie vor der Linse ist, scheint sie aus dem chorioidealen Iristheile herauszuwachsen; nur mögen die Kernchen in der Nähe ihrer Ursprungsstelle besonders auch an der proximalen Fläche etwas zahlreicher sein.

Selbst bei den höchstentwickelten Embryonalstadien hatte sich von einem *Ligamentum pectinatum*, ausser gelegentlichen, ganz schwachen Spuren, nichts gezeigt. Im Auge des erwachsenen Thieres ist ein solches dagegen wohl immer vorhanden, wenn es auch in Folge starker Pigmentierung, oder weil sich *Cornea* und *Chorioidea* in den Präparaten dicht aneinander gelegt haben, nicht in allen Fällen nachweissbar ist. Es stellt ein System von Balken dar, die sich zwischen der *Chorioidea* und der hintersten *Cornea*, vielleicht auch schon zum Theil der *Sclera*, ausgespannt finden. Taf. III Fig. 35. Den Grundbestandtheil, wenn ich mich so ausdrücken darf: das Skelett dieses Gerüstes bilden feine Bindegewebsfasern, die sich von der *Chorioidea*, und zwar von den tiefergelegenen Bindegewebszügen derselben aus, nach der *Membrana Descemetii* hinziehen, diese durchsetzen, und sich zwischen den Fibrillen der *Cornea propria*, resp. *Sclera* verlieren. Um diese Fasern herum hat sich dann ein Belag von Zellen arrangirt und dadurch erhält der ganze Apparat das Aussehen jenes, aus ziemlich starken Zellbalken gebildeten Gerüstes. Die die Oberfläche bildenden Zellen, die jede Faser in einfacher Lage umschliessen, sind sehr klein und besitzen kleine, länglich-ovale Kerne. Zuweilen scheinen auch ihre Zellenmembranen zu Grunde zu gehen, die Faser ist dann nur noch mit den Kernchen besetzt, und erhält auf diese Weise ein ganz unregelmässiges Aussehen: es entsteht ein Bild, das bei schwächerer Vergrösserung etwa den Eindruck eines Fadens macht, in welchen, in ganz engen Abständen, Knoten geschlungen sind.

W. E. Briggs[1]) beschreibt für andere Säuger die Bildung des Ligamentum pectinatum in ähnlicher Weise. Die *Membrana Descemetii* kommt nach ihm dem von der *Chorioidea* aus in die *Cornea propria* eindringenden Faserbündel, das einen solchen Balken bildet, mit einer kegelförmigen Erhebung entgegen und umschliesst dasselbe wenigstens in einem Theile des Verlaufes. Ich glaube, dass sich der beim Maulwurf vorkommende Zellbelag, der hier aber immer nur eine einzige Faser umschliesst, ebenso erklären lässt. Die *Membrana Descemetii* besteht ja hier noch zum grossen Theil aus zelligen Elementen, die kegelförmigen Erhebungen würden also ebenfalls ganz, oder grossentheils aus solchen bestehen. Denkt man sich diesen entgegenkommenden Theil der descemetischen Haut nun etwas verlängert, so würden dieselben die chorioideale Iris erreichen. Der Zellbelag der Faser wäre also nichts anderes, als eine stark in die Länge gezogene kegelförmige Erhebung der *Membrana Descemetii.*

---

[1]) W. E. Briggs. Notiz über die Bedeutung des *Ligamentum Iridis pectinatum* in: Wiener Sitzungsberichte 1879. Bd. 79. Abth. III. pag. 284.

Zusammenfassung.

Auf den frühesten Stufen der Entwicklung wird das Auge von starken Bindegewebsmassen umschlossen, die in das Gewebe der weiteren Umgebung ohne jede Grenze übergehen. Bald aber beginnt sich in ihren dem Bulbus unmittelbar anliegenden Theilen eine besondere Anordnung insofern geltend zu machen, als die Zellen und Faserzüge mehr und mehr das Bestreben zeigen, eine zur Bulbusfläche tangentiale Richtung anzunehmen, zweifellos eine Folge des Druckes, den das wachsende Organ auf seine nächste Umgebung ausübt. Es entsteht so allmählich eine, zunächst sehr unregelmässig dicke Kapsel um das Auge, die gegen das Bindegewebe der weiteren Umgebung einzig und allein durch die besondere Lagerung ihrer Elemente abgehoben ist. Sie fängt indessen sofort an, sich von ihrer Nachbarschaft loszulösen, ein Prozess, der freilich nur ganz langsam vor sich geht, so dass noch auf sehr hohen Stufen der Entwicklung immer wieder Fälle vorkommen, die Uebergänge, ja direkte Verbindung, bewahrt haben. Die ganze Augkapsel ist von kleinen Gefässen reichlich durchzogen.

In den Partieen, die an das Auge unmittelbar grenzen, entsteht dann durch regelmässigere Anordnung der faserigen und zelligen Elemente und durch theilweise Aufgabe des bisher sehr welligen Verlaufes der Gewebszüge zu Gunsten etwas strafferer, gestreckterer Lagerung eine Schicht, die sich allmählich gegen den Rest der Augenkapsel scharf abhebt, ohne indessen den Zusammenhang mit ihr aufzugeben.

Die in der Umgebung des Augblasenstieles gelegenen kleineren Gefässstämme dringen nun, zunächst längs dem letzteren hinlaufend, gegen das Auge vor und wachsen mit reichlichem Perivasculärgewebe zwischen die beschriebene, innerste Schicht der Augenkapsel und das äussere Blatt der secundären Augblase, also das Pigmentepithel, hinein. Hier verbreiten sie sich alsdann rasch nach vorne bis in die Nähe des Augenbecherrandes. Diese Gefässe erhalten sich indessen an dieser Stelle nicht, gehen vielmehr bald wieder zu Grunde. Nur das, gleichsam durch sie hineingebrachte, inzwischen stark vermehrte perivasculäre Bindegewebe bleibt übrig und bildet eine neue Schicht. In dieselbe wandern bald darauf neue Gefässe ein, und zwar gehen diese von einer Arterie aus, die dorsal in der Nähe des Augenblasenstiels, eine Strecke weit parallel zu dieser verläuft. Es entsteht so eine dem Pigmentepithel unmittelbar anliegende stark blutführende Schicht, die nach Lage und der Art ihrer Vascularisation als *Chorioidea* bezeichnet werden müsste, wenn sie jetzt noch als gesonderte Schicht existieren würde. Das ist jedoch nicht der Fall. Schon unmittelbar nach ihrem Eindringen vom Umkreise des Augenblasenstiels her sind nämlich ihre Bindegewebszüge aufs Innigste mit den Schichten der Augenkapsel verwachsen, ein Zusammenhang, der sich in der kurzen Periode der Gefässlosigkeit nur noch mehr befestigt hat.

Es besteht also nach der Neueinwanderung von Blutgefassen um den Bulbus eine Kapsel, die eine ziemlich lockere, innerste, blutreiche Schicht besitzt; darauf folgt dann nach Aussen eine straffere, blutlose, und diese geht in eine, gegen aussen immer lockerer und welliger werdende Bindegewebsschicht von schwankender Stärke über, die kleine Gefässe führt und mit den Bindegewebsmassen der Umgebung an zahlreichen Stellen im direkten Zusammenhange steht.

Während der geschilderten Vorgänge ist die Augenkapsel, in diesen Gegenden noch ohne Differenzierung im Innern, distalwärts über die Augbecherränder hinauswachsen. Ein Theil von ihr dringt nun ins Innnere des Augbechers ein und trägt dort zur Anlage des Glaskörpers und in noch höherem Grade des retinalen Stützgewebes bei (cfr. „Glaskörper“ und „Retina“); in der Hauptsache aber wächst sie distalwärts weiter. Die Bindegewebsmassen dringen dabei hauptsächlich in den Winkel hinein, den die in Einsenkung begriffene Linsenblase auf dieser Entwicklungsstufe mit dem Körperepithel bildet, und tragen durch ihr Andrängen jedenfalls in hohem Grade zur Beschleunigung der Abschnürung jenes Organes bei. Nachdem diese erfolgt ist, wachsen sie über den distalen Pol der Linsenblase hin und kommen endlich zur gegenseitigen Vereinigung.

Während dieser Zeit hat nun auch jene vom Umkreise des Augenblasenstieles aus zwischen Augenkapsel und Pigmentepithel eingedrungene bindegewebige Schicht den Augbecherrand nahezu erreicht. Eine Strecke von diesem entfernt, spaltet sie sich in zwei Blätter, von denen das innere den alten Weg fortsetzt, dabei aber von jetzt ab nur sehr langsam Fortschritte macht. Das äussere wächst dagegen in der Richtung auf den distalen Linsenpol weiter. Beide Blätter führen Blut, und zwar gehen die kleinen Gefässe dabei bereits von dem definitiven, chorioidealen System, also einem Theile des sogen. „äusseren Gefässsystems“ aus. Zugleich hat sich, wahrscheinlich durch Verschmelzung einiger Bindegewebsfasern entstanden, von der *Chorioidea* her eine Membran über den distalen Linsenpol ausgespannt: eine *Membrana pupillaris*, die aber ganz frei von Blut ist und augenscheinlich lediglich den Zweck hat, die Linse bis zur Fertigstellung definitiver Befestigungsanlagen an ihrer Stelle zu erhalten. Auffallend mag dabei erscheinen, dass bei dem einen Embryo diese Membran auf der distalen, bei dem andern auf der proximalen Seite des äusseren von jenen beiden Blättern, in welche sich die *Chorioidea* zerspalten hat, ihren Ursprung nimmt, doch möchte ich diesem Umstande keine allzugrosse Wichtigkeit beilegen, da man es ja bei der Membran mit einer ganz vorübergehenden Einrichtung zu thun hat, die, sofort nachdem im Glaskörper anderweitige demselben Zweck dienende Apparate geschaffen worden sind, wieder in Wegfall kommt.

Das äussere Blatt jener Gefässschicht wächst nun allmählich immer mehr nach dem Linsenpole hin und schliesst endlich vor demselben zusammen.

Das ausserhalb der Augenkapsel um den Bulbus gelagerte Bindegewebe hat ebenfalls einige Züge gegen den vor deren Augenpol hingesandt, die zwischen die der Augenkapsel selbst angehörige, vor der Linse ausgebreitete Bindegewebsschicht und das Körperepithel hineinwachsen, den dort bisher vorhandenen Spaltraum ausfüllen und sich bald, wenigstens im Umkreise des distalen Augenpols, aufs Innigste mit den Bindegewebszügen der Augenkapsel vereinigen. Dadurch entsteht die *Cornea propria*, an welche sich das äussere der aus der Gefässschicht der Augenkapsel abgespaltenen Blätter bald dicht anlegt, ohne jedoch jemals mit ihr zu verschmelzen. Es kommt auf diese Weise die Anlage einer *Membrana Descemetii* zu Stande.

Den conjunctivalen Theil der *Cornea* bildet ausschliesslich das Körperepithel. Das Herandringen der nach ihrer Herkunft verschiedenen Bindegewebsmassen der *Cornea propria* findet auf einer Entwicklungsstufe statt, auf welcher die Körperbedeckung noch nicht weiter differenziert war, es sich dabei also weder um eine Epidermis, noch vor allem eine *Cutis* handeln konnte. Im Gegensatz zur Lidconjunctiva besitzt somit die corneale nur ectodermale Bestandtheile, man müsste denn jene Bindegewebszüge, die aus der weiteren Umgebung des Bulbus hereinwachsend, die distalen Lagen der *Cornea propria* bilden, als *Cutis* in Anspruch nehmen, die allerdings niemals eine besondere Differenzirung erlangen würde.

Die ectodermale *Conjunctiva* ist in den meisten Fällen bisher bei ihrer ursprünglichen einschichtigen Anordnung verharrt, und stellt lediglich eine *Rete Malpighii* dar, welches, wenigstens in seinen vor der Linse sich hinziehenden Partieen, vorläufig noch nicht den Anfang zur Bildung der äusseren Epidermisschichten gemacht hat. Bei einzelnen Embryonen allerdings hat diese schon kurz nach Abschnürung der Linsenblase begonnen, man hat es also von Anfang an mit einer mehrschichtigen cornealen *Conjunctiva* zu thun, die augenscheinlich dann den einmal gewonnenen Vorsprung auch beibehält und mehr Epidermisschichten hervorbringt, als ein *Rete Malpighii*, das erst später damit angefangen hat. Auf diese Weise entstehen die Hornhäute, die jene, auch in den der Augachse angrenzenden Partieen auffallend stark entwickelte *Conjunctiva* besitzen, auf welche bei Beschreibung des erwachsenen Thieres hingewiesen worden ist.

Die *Cornea propria* nimmt an Stärke zu. Ihre Fasern legen sich immer enger und enger aneinander und bilden gelegentlich breite Bänder mit dazwischenliegenden schmalen Spalträumen. Die Kerne der Gewebszüge werden kleiner und schlanker; zum grossen Theile gehen sie ganz verloren.

Die *Membrana Descemetii*, ursprünglich aus vielen Gewebszügen bestehend, deren zellige und faserige Bestandtheile keine bestimmte Anordnung zeigen, wird allmählich, unter theilweiser Resorption ihrer Elemente, immer schwächer. Die Wände der übriggebliebenen Zellen verschwinden vielfach ebenfalls. Ein Theil der dadurch frei gewordenen Kerne bleibt der Schicht äusserlich anliegen, die andern lösen sich auf. Es entsteht so allmählich die glashelle Haut, wie sie das Auge des erwachsenen Thieres zeigt, die indessen in ihrem Innern immer noch Spuren ihrer früheren faserigen Beschaffenheit und an ihren Flächen, in Gestalt der angelagerten Kerne, auch die Ueberreste ihrer einstigen zelligen Bestandtheile erkennen lässt.

Erst sehr spät im embryonalen Leben beginnt im Iriswinkel eine Verbindung zwischen *Chorioidea* und *Cornea* zustande zu kommen. Es wachsen zu diesem Zwecke zunächst nur wenige, bald aber mehr Bindegewebsfäserchen von der ersteren nach der letzteren hinüber. Dieselben gewinnen einen Zellbelag, und es entsteht so, wie bei Beschreibung des erwachsenen Thieres gezeigt wurde, das *Ligamentum pectinatum*.

Inzwischen hat sich auch der dem Pigmentepithel anliegende Theil der Augenkapsel weiter differenzirt. In erster Linie haben die äusseren Lagen derselben eine immer straffere Anordnung gewonnen, ihren welligen Aufbau immer mehr verloren und sind infolgedessen den früher durch eben diese Lagerung ihrer Fasergänge besonders hervortretenden innersten, mit der Chorioidealanlage verwachsenen Schichten immer ähnlicher geworden. Doch bleiben sie dabei nicht stehen, sie schreiten vielmehr in dieser Richtung noch weiter fort. Ihre Fasern legen sich immer fester aneinander, die Kerne gehen zum Theil verloren, zum Theil werden sie kleiner, gestreckter und nehmen mit der Zeit alle, ohne Ausnahme, eine zur Bulbusfläche tangentiale Richtung an. Die wellige Anordnung der Faserzüge verschwindet nahezu ganz, und es tritt Neigung zur Bänderbildung ein. Auf diese Weise hat sich das Verhältniss der beiden Theile der äusseren Augkapsel im Laufe der Entwickelung geradezu umgekehrt. Jetzt ist der äussere, weitaus mächtigere Theil der festere, straffer angeordnete, während der, früher durch seine enge Lagerung sich auszeichnende schmale innere ihm gegenüber nun einen verhältnissmässig lockeren Eindruck macht. Infolge seiner festen Verwachsung mit der Chorioidealanlage scheint die innere Kapselpartie nun direkt dieser Schicht anzugehören. Sie bildet sich aber jetzt nach besonderer Richtung hin weiter aus, indem sie durch Bindegewebsfasern, die gelegentlich mit ganz kleinen Kernchen belegt sind, ein System von

Maschen, eine Art Netzwerk, entwickelt, das in den meisten Fällen eine ziemlich starke Pigmentirung gewinnt. Es entsteht so zwischen dem äusseren Theile der Augenkapsel, der Sclera, und der gefässführenden Schicht, der *Chorioidea*, eine Grenzschicht: die *Lamina fusca*. Ob sich in ihren Maschenräumen ein System von Lymphgefässen ausgebildet hat, oder ob im Maulwurfsauge diese Stufe nicht erreicht wird, darüber konnte ich mir nicht Gewissheit verschaffen, doch habe ich keinen Grund, an der Existenz eines solchen Systems zu zweifeln.

An der Innenseite der *Chorioidea* hat sich endlich eine sehr schmale Bindegewebsschicht abgesetzt, die, aus wenigen Fasern mit spärlichen Kernen gebildet, entschieden die Tendenz zeigt, sich zu einer Membran umzubilden. Sie erreicht dieses Ziel jedoch auch in den fortgeschrittensten Augen niemals ganz, bleibt vielmehr mindestens etwa auf derselben Stufe stehen, wie die *Membrana Descemetii*: also derjenigen einer glashellen Haut, die in ihrem Innern noch die Zusammensetzung aus Fasern erkennen lässt, und welcher an ihren Flächen Kernchen angelagert sind. Selten kommt sie indessen auch nur zu diesem Grade der Ausbildung, meist stellt sie eine aus sehr enge gelagerten, streng parallel zu einander und zur Bulbusfläche verlaufenden Fasern zusammengesetzte Gewebsschicht dar, an deren Rändern, besonders am äusseren (proximalen), sich mehr oder weniger Kernchen angelagert finden. Sie nimmt die Enden der zwischen den Pigmentepithelzellen durchgetretenen Müllerschen Fasern der *Retina* in sich auf.

Die *Sclero-Chorioidea* erreicht übrigens keineswegs in allen Fällen die Stufe, die hier als Endresultat der Entwickelung angegeben worden ist. Oft kommt es z. B. vor, dass die äusserste Schicht der Augenkapsel sich nicht so straff anordnet, ihre Wellenzüge vielmehr bis zu einem gewissen Grade beibehält. In diesem Falle wird sie sich gegen die innerste Augenkapsellage nicht in der geschilderten Weise absetzen, vielmehr den Standpunkt, auf welchem diese angekommen ist, eben noch erreichen, und infolgedessen von derselben nicht zu trennen sein. Diese innere Schicht, die ja an ihrer inneren Fläche mit der *Chorioidea* verwachsen ist, bildet zwischen dieser und der *Sclera* dann keine Grenzschicht, sondern eine vermittelnde Uebergangsschicht. Das Auge steht also in dieser Hinsicht auf der Stufe der ältesten Embryonalstadien.

Unter den von mir untersuchten Augen des ausgebildeten Maulwurfs zeigten recht viele das oben geschilderte Verhalten. Ich habe nun aber keinen Grund, zu glauben, dass dieselben alle sehr jungen Thieren angehört haben sollten — geschlechtsreif waren sie ohne Ausnahme. Nichts berechtigt uns also dazu, in einer weiter, als hier fortgeschrittenen Differenzirung der *Sclera* und *Chorioidea*, die ja die Regel bildet, das Resultat einer tief ins freie Leben hineinreichenden postembryonalen Entwickelung zu sehen. Es bleibt zur Erklärung nur ein Weg, nämlich der, anzunehmen, dass in der Entwicklung auch dieser Augtheile zu einer gewissen Zeit — ob kurz vor, während, oder kurz nach der Geburt lässt sich nicht angeben — eine Hemmung eingetreten ist. Da das Tempo der Entwicklung bei den einzelnen Individuen ein verschiedenes war, so hatten die betr. Theile bei Eintritt des kritischen Zeitpunktes eine verschiedene hohe Stufe der Ausbildung erlangt und bleiben auf dieser, geringfügige Modifikationen abgerechnet, nun zeitlebens stehen.

Auf dieselbe Weise mögen sich auch noch andere Erscheinungen erklären lassen, so z. B. die verschiedene Stärke der in Frage kommenden Häute bei den erwachsenen Thieren, oder der verschiedene Grad der Vollendung hinsichtlich der Trennung der *Sclera* von dem umgebenden Bindegewebe, oder die mehr, oder weniger innige Verschmelzung zwischen den nach ihrer Herkunft verschiedenen Arten des Bindegewebes, das die *Cornea propria* zusammensetzt, oder auch die ungleichen Stärkenverhältnisse der cornealen Conjunktiva u. A. m.

Der Glaskörper.

Stadium I (4,5 mm).

Die Glaskörpermasse besteht auf dieser Entwicklungsstufe noch ausschliesslich aus Bindegewebsfasern und -Kernen, die den Augbecherraum zum grössten Teile, wenn nicht vollständig, ausfüllen. (Taf. II. Fig. 20). Sie stehen in direktem Zusammenhang, einerseits mit den bulbusumhüllenden Bindegewebszügen, so vor Allem der bereits beschriebenen distalen Partie der Augenkapsel, und weiterhin mit kleineren Massen von Bindegewebe, welche die Linse bei ihrer Einstülpung vor sich her und in den Hohlraum der secundären Augenblase hinein gedrängt haben mag. Andrerseits hängt das Bindegewebe des Glaskörperraumes untrennbar zusammen mit dem Bindegewebe der foetalen Augspalte und schliesslich dem der *Retina*.

Besondere Differenzirungen dieser Bindegewebsmassen lassen sich im Umkreise der Linsenblase erkennen (Taf. II. Fig. 19. Taf. VI. Fig. 69). Es haben sich nämlich rings um diese einzelne Bindegewebszüge angeordnet, die im Grossen und Ganzen tangential zur äusseren Fläche der Linse verlaufen. Weiterhin lässt sich zuweilen eine Abspaltung aus der Augkapsel erkennen, die sich nach der Linsenblase hinzieht und, etwa am Niveau von deren Aequator, in den eben beschriebenen, die Linse umhüllenden Bindegewebszügen aufgeht. Es handelt sich hier augenscheinlich einmal um die erste Andeutung der Linsenkapsel, und zweitens um die Anlage eines Aufhänge- und Fixirungsapparates für die Linse. Ob daraus der definitive Adaptionsapparat hervorgehen wird, oder ob man es nur mit einem provisorischen, embryonalen Organ zu thun hat, muss der weitere Verlauf der Untersuchung zeigen.

Der Glaskörper baut sich also aus bindegewebigen Elementen auf, die auf drei verschiedenen Wegen in das Innere der secundären Augenblase gelangt sind. Einmal nehmen die Bindegewebszüge ihren Eintritt durch die foetale Augenspalte, in zweiter Linie dringen sie durch die distale Oeffnung des Augbechers, soweit dieselbe durch die Linse nicht verschlossen ist, und zwar ebensowohl von der dorsalen, als von der ventralen Seite her, und drittens endlich mag auch das mit der Linse eingestülpte Bindegewebe einen Theil zum Aufbau des *corpus vitreum* beitragen. Ob letzteres wirklich der Fall ist, lässt sich nicht mit Sicherheit konstatieren, da beim vorliegenden Stadium bereits eine Vermengung des durch die foetale Augspalte eingedrungenen Bindegewebes mit dem durch die Linse hineingedrängten stattgefunden hat. Es ist daher ebenso leicht möglich, dass das letztgenannte ausschliesslich zur Bildung der Linsenkapsel verwendet wird, so dass zu einer Vermehrung des Glaskörpergewebes selbst von dieser Seite her kein Material mehr zur Verfügung steht.

Wie dem auch sei, soviel ist sicher, dass das ganze vitreale Bindegewebe, und damit, wie bei Beschreibung der Netzhaut weiter ausgeführt werden wird, auch das retinale von Massen herstammt, welche im nächsten Umkreis des Bulbus gelegen und auf verschiedenen Wegen in dessen Inneres eingedrungen sind.

Stadium II (6,7 mm).

Beim vorliegenden Stadium lassen sich die Massen, Fasern und Kerne, desjenigen Theiles des Glaskörpergewebes, der durch die Augbecheröffnung, soweit dieselbe durch die Linsenanlage nicht verschlossen war, in's Auge eingedrungen ist, von ihrem Eintritt in der Gegend der ventralen Irisanlage an ununterbrochen bis in die retinale Bindegewebsfaserschicht, die ihnen ihren Ursprung verdankt, hinein und noch weiter, wie bei der Betrachtung der Netzhaut gezeigt werden wird, bis zwischen die Sehzellen, also bis zum *Margo limitans externus* verfolgen. (Taf. IV. Fig. 53. Taf. III. Fig. 32.)

Dieses Bindegewebe steht in ununterbrochenem Zusammenhang mit den besonders differenzirten, den Bulbus unmittelbar umgebenden Bindegewebsschichten einerseits, sowie, infolge der gegenseitigen Vermischung, mit den Bindegewebsmassen andrerseits, die durch die foetale Augspalte in's Augeninnere eingedrungen sind.

Auch mit dem durch die Linse in's Auge hereingedrängten Bindegewebe besteht eine Verbindung, wenn auch letzteres sich rings um die Linsenblase herum zu einer besonders differenzirten, nicht eben starken Umhüllungsschicht angeordnet hat.

Die beim vorigen Stadium als muthmassliche Anlage eines Aufhängeapparates für die Linse in Anspruch genommenen Gewebszüge, lassen sich jetzt deutlich erkennen.

Stadium III (8,5 mm.)

Der Glaskörper besteht überwiegend aus feinem Protoplasmagerinnsel, zeigt indessen, namentlich in seinen peripherischen Teilen, noch reichliche Faseransammlungen, in welchen sich gelegentlich Kernchen finden: die letzten Reste der Bindegewebsmassen, denen unter anderem auch der Glaskörper seine Entstehung verdankt. Am distalen Rande des Vitreum findet sich eine aus einzelnen Bindegewebszügen gebildete Grenzschicht gegen die Linse hin: augenscheinlich die Anlage einer *Membrana hyaloidea*. Dieselbe lässt sich bis über den Augbecherrand hinüber verfolgen und verschwindet zwischen den Bindegewebszügen, welche dem Iristheile des Pigmentepithels direkt anliegen. (Taf. II. Fig. 22.)

Weiterhin zeigt sich jetzt eine Anzahl feiner, aus den Bindegewebszügen, welche zwischen Augbecherrand und Linse hereingewandert waren, abstammender Fasern, die sich von der *Membrana hyaloidea* nach der Linsenkapsel hin ziehen, mit der sie sich fest vereinigen.

Stadium IV (10 mm).

Der in der Hauptsache aus feinem Gerinnsel bestehende Glaskörper ist von dem des eben beschriebenen Stadiums kaum verschieden. Höchstens ist zu erwähnen, dass die in seinen peripherischen Theilen vorkommenden faserigen Elemente in vielen Fällen noch reichlicher auftreten, vor Allem im Aughintergrund, und dann wieder, auch abgesehen von dem Perivasculärgewebe, in den dem proximalen Linsenpole genäherten Partieen.

Die Anlage der *Membrana hyaloidea* ist oft noch lockerer, als vorhin; sie besteht aus mehr, und entschieden welliger verlaufenden Faserzügen, die auch da und dort kleine Kernchen führen. So verhält sie sich jedoch nur in ihren proximalen Partieen: Je mehr dem Augenbecherrande zu, desto fester und straffer wird ihr Gefüge, und schon etwa im Niveau des Linsenaequators ist sie einer wirklichen Membran sehr ähnlich geworden, nur mit grosser Mühe kann man noch gelegentlich ihren Aufbau aus einzelnen Fibrillen nachweisen. Sie vereinigt sich etwa da, wo der Augbecherrand am nächsten an die Linse herantritt, mit der *Membrana limitans interna*. (Taf. II. Fig. 24.)

Stadium V (11 mm).

Die peripherischen Bindegewebsfasern des sonst ausschliesslich aus feinem Protoplasmagerinnsel bestehenden Glaskörpers sind viel seltener geworden und finden sich nur noch ganz vereinzelt in der Nähe der *Membrana limitans interna* und *Membrana hyaloidea*. (Taf. II. Fig 25.)

Diese beiden Gewebstheile sind zu vollkommenen Membranen geworden, die an keiner Stelle mehr ihre Abstammung aus Faserzügen erkennen lassen. Sie verschmelzen an der schon für das vorige Stadium bezeichneten Stelle mit einander. Kurz hinter der Vereinigungsstelle, etwas mehr dem Augbecherrande zu, geht von der *Limitans interna* eine Anzahl feiner Fäden aus, die ziemlich direkt gegen die Linse hinstreben und sich an deren Kapsel ansetzen. Es ist dies der schon für frühere Stadien konstatirte Aufhängeapparat der Linse.

Stadium VI (13 mm).

Der Glaskörper hat in seinen peripherischen Theilen da und dort noch schwache Spuren seines früheren faserigen Baues bewahrt. Niemals zeigen sich in seinem eigenen Gefüge jedoch mehr Spuren von Kernen.

Die *Membrana hyaloidea* ist stets eine vollkommene Membran; sie ist der Linse sehr genähert. Die Glaskörpergefässe in ihrer Nachbarschaft liegen dicht an ihr, doch ist die Anpressung derselben an die Membran lange nicht so auffallend, wie beim vorigen Stadium. Die Vereinigung der *Membrana hyaloidea* mit der *Membrana limitans interna* vollzieht sich in der geschilderten Weise. Die beiden vereinigten Membranen sind über den Augbecherrand hinaus noch ein Stück weit am inneren Chorioidealrande zu verfolgen. Ein Zusammenhang mit besonders differenzirten Gewebslagen der innersten *Chorioidea* besteht nicht, da ja diese Differenzirung vom Aughintergrunde aus bei diesem, wie den vorhergehenden Stadien niemals weiter, als bis etwa an die proximale Grenze des distalen Augdrittels sich nachweisen lässt.

Hinsichtlich des Aufhängeapparates der Linse ist Alles beim Alten geblieben.

Stadium VII (17 mm) und Stadium VIII (19,7 mm)

zeigen in Bezug auf den Glaskörper nichts Neues. Das Einzige erwähnenswerthe wäre vielleicht der Umstand, dass nunmehr auch die letzten Spuren faseriger Bestandtheile in der Vitrealmasse verschwunden sind.

Stadium IX (22,3 mm).

Es findet sich hier im Glaskörper eine Menge Bindegewebsfasern, -Zellen und -Kerne, doch lässt sich unschwer erkennen, dass diese Theile ausschliesslich als Perivasculärgewebe aufzufassen sind Der Glaskörpermasse selbst angehörige faserige, oder zellige Elemente fehlen vollständig.

Die *Membrana hyaloidea* vereinigt sich etwa an der proximalen Grenze des distalen Irisdrittels mit der *Membrana limitans interna*. Kurz darauf, dem freien Irisrande etwas näher, geht von der *Membrana limitans interna* gegen die Linse hin eine Anzahl feiner Fäserchen ab, die sich an deren Kapsel längs einer etwas distal vom Linsenaequator gelegenen Zone ansetzen. Die Membran selbst setzt ihren Weg an der inneren Irisfläche hin bis über den freien Irisrand hinüber fort, um dann bald zwischen den innersten Faserzügen der *Chorioidea*, oder vielmehr des von dieser herstammenden, äussersten Irisblattes, zu verschwinden. (Taf. II. Fig. 23.)

Stadium X (27,5 mm).

Keine Spur eigener Fasern oder Zellen in der ziemlich grobkörnigen Glaskörpermasse. Die *Membrana hyaloidea* zeigt keine Veränderung gegenüber dem vorigen Stadium. Der Aufhängeapparat der Linse beschränkt sich auf wenige, von der vereinigten *Membrana hyaloidea* und *limitans interna* ausgehende und sich an die Linsenkapsel ansetzende Fäserchen.

Stadium XI (32 mm).

Dieses Stadium zeigt gegenüber dem letzten nur insofern eine Verschiedenheit, als der Aufhängeapparat für die Linse sich jetzt aus entschieden zahlreicheren Fasern aufbaut, wenn dabei auch der Standpunkt früherer Stadien meistens nicht wieder erreicht wird.

Das erwachsene Thier.

Beinahe ausnahmslos besteht der Glaskörper jetzt aus ganz feinem, gleichmässig vertheiltem Protoplasmagerinnsel; nur in ganz seltenen Fällen haben sich noch vereinzelte Spuren von Fasern in ihm erhalten, und auch betreffs ihrer ist es kaum möglich, mit Sicherheit anzugeben, ob sie wirklich eigene Bestandtheile des Glaskörpers sind, oder vielleicht Ueberreste von zugrundegegangenem Perivasculärgewebe. Ein faseriges Stütznetz, wie es neuerdings für den Glaskörper des Säugerauges behauptet worden ist, habe ich nicht entdecken können, glaube daher, dass dasselbe, wenigstens im Maulwurfsauge, nicht vorhanden ist.[1])

Was die Membranen (Taf. III. Fig. 34) betrifft, welche aus dem Glaskörper, oder besser gesagt, aus denselben Bindegewebsmassen, wie dieser hervorgegangen sind, so zeigen dieselben gegenüber den höchsten Embryonalstadien keine Verschiedenheit.

Nur der distale Endtheil der *Membrana limitans interna*, die man ja in dieser Gegend wegen ihrer Verschmelzung mit der Membrana hylaoidea ebenfalls zu den Glaskörpermembranen rechnen darf, zeigt insofern eine Aenderung, als er jetzt nicht mehr bis an den freien Irisrand und darüber hinaus sich erstreckt, sondern an der Stelle, wo die beiden ectodermalen Irisblätter ineinander übergehen, während sich das *chorioideale* über diesen Punkt hinaus nach der Linse hin fortsetzt (cfr. Iris), in die Iris scheinbar hinein und durch sie durchwächst, um auf der Aussenseite zwischen den innersten Zügen der *Chorioidea*, resp., wo eine solche vorhanden, im Gefüge der Zwischenmembran zu verschwinden.

Der Aufhängeapparat für die Linse geht etwas distal von der Stelle, wo *Membr. hyaloidea* und *limitans interna* sich vereinigen, aus der letzteren (oder vielmehr aus dem Verschmelzungsprodukt der beiden) ab und zieht sich in Gestalt zahlreicher feiner Fäserchen nach der Linse, an deren Kapsel er sich in einer Zone, die ungefähr dem Aequator entspricht, ansetzt

Zusammenfassung.

Auf die Entwicklung des Glaskörpers wurde bei Beschreibung der einzelnen Stadien bereits des Näheren eingegangen, ich kann mich also an dieser Stelle auf einen kurzen Rückblick beschränken.

Der Glaskörper verdankt seine Entstehung Bindegewebsmassen, welche einerseits durch die distale

---

[1]) Dass ein solches Stützgewebe nachgewiesen sein soll, habe ich erst nach Erscheinen des ersten Theiles der vorliegenden Arbeit erfahren. Ehe ich mich also betreffs der dort besprochenen Augen über dasselbe aussprechen kann, ist eine neue Untersuchung erforderlich, über deren Resultat der Schlusstheil dieser Arbeit berichten wird. Bis dahin kann ich die Nichtexistenz einer solchen Stützeinrichtung mit Bestimmtheit nur für den Glaskörper von *Talpa* behaupten.

Augenbecheröffnung, andererseits die foetale Augenspalte ins Augeninnere hineingekommen sind. Diese Massen gehören den Gewebszügen der Augenkapsel an und bleiben mit derselben anfangs noch in direktem Zusammenhang. Ob auch das Bindegewebe, welches durch die sich einsenkende Linsengrube ins Auge hereingeschoben worden ist, zur Vermehrung der vitrealen Substanz beiträgt, erscheint zweifelhaft, eher ist anzunehmen, dass diese Züge ausschliesslich zur Bildung der Linsenkapsel verbraucht, und dabei noch durch Theile des übrigen Glaskörpergewebes vermehrt werden. Das Bindegewebe füllt den ganzen Augenbecherraum aus. Es legt sich dabei dicht an die *Retina* an und wächst in dieselbe hinein. Dann beginnt sich die Anlage einer *Membrana limitans interna* (in der im Abschnitt über die *Retina* geschilderten Weise) durch Verflechtung von Bindegewebsfasern zu bilden, und so grenzt sich eine bindegewebige, innere Retinaschicht, zunächst nicht sehr scharf, von den Gewebsmassen des Glaskörperraumes ab.

Die letzteren zerfallen nun allmählich zu einem unregelmässigen, stellenweise groben, stellenweise feinen Protoplasmagerinnsel. Von einer embryonalen, um die Linse gelegten Gefässhaut, einer tunica vasculosa lentis, die, jedenfalls zum grössten Theile, auf eine Ausbreitung der Arteria centralis zurückzuführen ist, geht nun ein Theil, etwa die distale Hälfte, wieder zu Grunde. Es bildet sich alsdann an der distalen Grenze der vitrealen Gewebsmassen ebenfalls eine besonders differenzirte Lage von Bindegewebsfasern, deren Elemente im Laufe der nächsten Entwicklung immer näher aneinanderrücken und bald zu einer Membran verschmelzen: der *Membrana hyaloidea*, welche den Glaskörper gegen die Linse abschliesst und mit der limitans interna etwa an der Mitte der inneren Irisfläche sich vereinigt.

Aus den Gewebszügen, die in dem Raume zwischen Augenbecherrand und Linse sich finden, geht ein System von Bändern hervor, das sich anfangs ziemlich regellos zwischen *Limitans interna* (der späteren Ciliarkörpergegend) und Linsenkapsel ausspannt, allmählich aber sich insofern regelmässiger anordnet, als die Insertionsstelle an der Linse auf eine im Aequator sich hinziehende Zone beschränkt wird. Man kann dieses Fasersystem immerhin als *Zonula Zinnii* bezeichnen, wenn auch freilich sehr fraglich ist, ob man es im Maulwurfsauge dabei mit einer Adaptionseinrichtung und nicht einfach mit einem Fixirungs- und Aufhängeapparate zu thun hat.

Die Linsenkapsel ist schon vorher zu einer vollkommenen Membran geworden.

Alle zelligen und faserigen Elemente des Glaskörpers schreiten nun im Zerfalle fort und lösen sich gänzlich in ein Protoplasmagerinnsel auf, das, erst grob und fleckig, nach und nach immer feiner und regelmässiger wird. Nur im Umkreise der vitrealen Gefässe bleiben die Zellen und Fasern des Perivasculärgewebes erhalten.

Linse.

Stadium I (4,5 mm). Taf. I. Fig. 19. 20.

Die Linse steht auf der Stufe der soeben eingesenkten Blase, bei der gerade die ersten Anfänge der Abschnürung vom Integument zu konstatiren sind. Sie communizirt noch durch eine weite, 0,0254 mm im Durchmesser haltende Oeffnung frei mit der Aussenwelt. Die Höhle, oder, auf diesem Stadium besser gesagt: Grube des Organs hat eine Tiefe von 0,0715, eine Höhe von 0,0487 mm. Die Dicke der Wandung der Linsenblase und zwar nahezu gleichmässig in der ganzen Anlage, sowohl am proximalen Pole, als anderwärts, beträgt: 0,0208 mm, während das Ectoderm in seinen, dorsal und ventral der Linsenanlage unmittelbar benachbarten Theilen, eine Mächtigkeit von 0,0091 mm zeigt. Wie das Körperintegument, so wird auch die Wandung der Linsenblase durch eine einzige Zellenlage gebildet. Freilich ist hier die schöne, regelmässige Anordnung der Zellen sehr gestört, und es scheint sogar auf den ersten Blick, als ob die Linse eine mehrschichtige Wandung besässe. Dem ist indess nicht so. Ihre Zellen nehmen eine sehr gestreckte Form an; die lange Achse derselben verläuft dabei meist nahezu senkrecht zur Linsenoberfläche. Die Zellen haben im Uebrigen eine sehr unregelmässige Gestalt, bei den einen liegt ihre breiteste Stelle der innern, bei anderen der äusseren Fläche der Linsenblase genähert, noch andere sind in der Mitte am stärksten, haben also spindelförmige Gestalt. Die Kerne liegen nun, wie dies ja meist der Fall, immer in dem breitesten Teile der Zelle, und so kommen dann häufig mehrere (bis zu 3) Kerne hintereinander zu liegen, wodurch die Linsenwandung ein scheinbar mehrschichtiges Bild darbietet.

An der Stelle, wo das Ectoderm in die Linsenblase sich umschlägt, nehmen die Zellen desselben, und ebenso ihre Kerne, auf eine kurze Strecke eine regelmässige langgestreckte Form an, ganz ähnlich, wie das am Augenbecherrande der Fall ist.

Im Grunde der Linsengrube finden sich kleine Anhäufungen feinkörnigen Protoplasma's, in dem zuweilen kernartige Zusammenballungen von gröberer Structur auftreten. Kölliker spricht nun von glatten, oberflächlichen Zellen, welche auf frühen Entwicklungsstufen das Ectoderm bedecken und bei Bildung der Linse auch in die Linsengrube mit hineingezogen werden. Auch an meinen Präparaten zeigte sich dieses Plattenepithel des Ectoderms in nächster Nachbarschaft der Linsenblase noch häufig genug, wenn es auch zum Theil, augenscheinlich durch die Behandlung der Objekte mit Sublimat, Alcohol, Säuren etc. stark gelitten hatte, ja stellenweise zerstört worden war. Die körnige Masse im Grunde der Linsengrube wäre also demnach wohl als ein Produkt des kurz nach Entstehung der Linsengrube eingetretenen Zerfalles jener Plattenzellen aufzufassen.

Stadium II (6,7 mm). Taf. II. Fig. 21.

Die Linse hat sich vom Ectoderm vollständig abgeschnürt und damit die Gestalt einer rundlichen, allseitig geschlossenen Blase erhalten. Ihre Form, die Dicke der Wandung, Ausdehnung der Höhle etc. ist indessen sehr unregelmässig, so dass es schwierig ist, in dieser Hinsicht Maſse anzugeben. Immerhin können die nachstehenden als wenigstens annähernd richtige Durchschnittszahlen betrachtet werden. Es hat danach die vordere, distale Linsenwandung eine Dicke von 0,0207, die hintere, proximale, von 0,0318 mm. Für ihre dorsale Wand ergiebt sich eine Stärke von 0,0312, für ihre ventrale dagegen von 0,0281 mm. Die Höhle hat, in der Augachse gemessen, eine Tiefe von 0,0511 mm, während ihre Höhe 0,0317 mm beträgt. Die ganze Linsenanlage misst also 0,1036 mm in der Tiefe, bei 0,0910 mm Höhe.

Die Linsenwände werden aus einer einfachen Lage von Zellen gebildet. Dieselben sind sehr schmal und langgezogen, und verlaufen mit ihrer langen Achse stets vollkommen, oder doch nahezu senkrecht zur Oberfläche der Linsenblase. Ihre ebenfalls langgestreckten Kerne liegen fast ausnahmslos in der äusseren, d. h. der der Linsenoberfläche anliegenden Zellhälfte. Ausnahmen von dieser Regel kommen fast nur in der dorsalen Linsenwand vor, wo die Kerne zuweilen in der innern, d. h. dem Hohlraum zugekehrten Hälfte ihrer resp. Zellen sich finden. Da, wo die Kerne in der äusseren Hälfte der Zellen liegen, ordnen sie sich wieder in der Art an, dass sie einmal sich der Zellmitte sehr nähern, dann wieder etwas davon entfernt, und endlich oft auch ganz an dem äusseren Pole der Zellen gelagert haben: die Kerne der Linsenzellen scheinen in Folge dessen in 2—3 Lagen hintereinander angeordnet, wodurch man dann eine äussere, kernreiche, von einer inneren, kernfreien, oder doch kernarmen Zone der Linsenwand unterscheiden kann.

In der Linsenhöhle findet sich noch eine Masse ziemlich grobkörnigen Protoplasma's mit einzelnen grösseren oder kleineren, kernähnlichen, dunkleren Zusammenballungen.

Stadium III (8,5 mm). Taf. II. Fig. 22.

Nunmehr hat die Linse, vom Ectoderm vollkommen abgetrennt, auch die Form der einfachen Blase, wie sie noch das vorige Stadium zeigte, aufgegeben. Ihr Inneres hat zwar noch einen grossen Hohlraum, doch zeigt jetzt die proximale Wand in der Stärke eine bedeutende Ueberlegenheit über die distale. Letztere hat am vorderen Linsenpol eine Dicke von 0,0195 mm, während erstere, die man unbedenklich schon auf dieser Stufe als Linsenkörper bezeichnen mag, am proximalen Pole eine Mächtigkeit von 0,0455 mm besitzt. Die Linsenhöhle hat, in der Augenachse gemessen, eine grösste Tiefe von 0,0416 mm, während ihre Breite, entsprechend der Höhe der Linse ca. 0,05 mm betragen mag, wenn man von einer solchen bei der überaus unregelmässigen Gestaltung des ganzen Hohlraumes überhaupt sprechen kann.

Die Höhe der Linse selbst kommt auf 0,0949, ihre Tiefe auf 0,1066 mm.

Die distale Linsenwand ist einschichtig und besteht aus den beschriebenen, bald spindelförmigen, bald an dem einen, oder anderen Pole verbreiterten Zellen, deren lange Achse senkrecht zur Oberfläche der Linse gerichtet ist. Die Kerne der Zellen finden sich stets in deren breitestem Theile, also bald in der Mitte, bald einem der Enden genähert, so dass sie in der vorderen Linsenwand eine 2—3fache Lage darstellen.

Etwa in der Gegend des Linsenaequators (dorsal ist die Stelle etwas weiter distalwärts gerückt) beginnt die Auswachsung der Zellen jener einfachen Schicht zu Fasern in der bekannten Weise und es entsteht dadurch die viel stärkere Proximalwand der Linse, der Linsenkörper.

Die Fasern sind noch ziemlich breit und verhältnissmässig kurz. Jede besitzt einen grossen, rundlich-ovalen Kern, dessen lange Achse, entsprechend derjenigen der Faser, in den der Auswachsungsstelle nächstgelegenen, also jüngsten Fasern zunächst die Richtung der Linsenepithelzellen, resp. von deren Kernen, verfolgt, in den weiter entfernten jedoch immer mehr eine zur Augenachse parallele Stellung einzunehmen bestrebt ist. Die Linsenfasern reichen nicht bis zum proximalen Rande der Linse. Dieser wird vielmehr gebildet von den Zellen, welche noch bei dem vorigen Stadium die proximale Wand der Linsenblase dargestellt haben. Diese nehmen an der auf die oben bezeichnete Zone beschränkten Auswachsnng keinen Antheil und verharren, in ihrer Gestalt freilich durch die andringenden, proximalen Enden der Fasern vielfach geändert und öfters auch in ihrem Zusammenhang unterbrochen, auf ihrem alten Platze.

Den proximalen Enden der Linsenepithelzellen (d. h. den Zellen der früheren distalen Blasenwand) finden sich noch gelegentlich kleine Kernchen angelagert. Die Linsenhöhle ist grossentheils von unregelmässig angeordnetem protoplasmatischem Gerinnsel mit gelegentlichen, kernartigen Zusammenballungen erfüllt.

Die Linsenanlage wird allseitig von einer feinen bindegewebigen Kapsel umschlossen, der jedoch noch nicht die Bezeichnung einer Membran zukommt, da sie deutlich ihre Zusammensetzung aus feinen Fibrillen erkennen lässt.

Stadium IV (10 mm). Taf. II. Fig. 24.

Die Grösse des Organes hat jetzt gegenüber dem vorigen Stadium bedeutend zugenommen. Die distale Wand besitzt, in der Augachse gemessen, eine Dicke von 0,0273, die proximale eine solche von

0,0442 mm; die Höhle ist 0,0858 mm, das ganze Organ also 0,1537 mm tief. Seine Höhe beträgt 0,1404 mm.

Der Bau und die ganze Form der Linse weist indessen auf eine viel niedrigere Entwicklungsstufe hin, denn sie steht fast auf dem Standpunkte der einfachen Blase, mit grossem centralem Hohlraum. Der Auswachsungsprozess der Zellen in Fasern hat zwar bereits begonnen, ist aber noch wenig vorgeschritten. Eine Stelle, von der aus derselbe vor sich ginge, die also eine Unterscheidung von Linsenepithel und Linsenkörper ermöglichen würde, lässt sich überhaupt nicht bestimmt erkennen. Bald findet der Uebergang etwa im Linsenaequator statt, bald ist er über denselben hinaus ein wenig distalwärts (so besonders dorsal), bald mehr oder weniger proximalwärts verschoben. Die bereits gebildeten Fasern sind noch sehr breit, mit grossen dicken Kernen, und verhältnissmässig kurz. Der Linsenkörper, wenn man hier von einem solchen überhaupt sprechen kann, wird dadurch mehrschichtig, dass die Zellen, welche früher die proximale Linsenwand gebildet hatten und, soweit sie proximal von der jeweiligen Auswachsungsstelle gelegen waren, an der Faserbildung sich nicht betheiligt hatten, noch an ihrer alten Stelle verharrt sind. Ihr Zusammenhang ist aber sehr gelockert, und sie sind zuweilen zwischen die proximalen Enden der Fasern hineingedrängt worden. Zuweilen fehlen sie auf verhältnissmässig grossen Abschnitten gänzlich.

Die weite Linsenhöhle (Tiefe 0,0858, Höhe 0,1044 mm) ist noch vollständig erfüllt von dem feinkörnigen protoplasmatischen Gerinnsel, das sich auch auf den früheren Entwicklungsstufen, auf der vorhergehenden indessen entschieden in geringerer Menge, als jetzt, vorgefunden hatte. Es sind darin die kernartigen Zusammenballungen zahlreicher, auch anscheinend noch fester, als früher; ebenso sind die dem Innenrande des Linsenepithels anliegenden zweifellosen Kerne etwas häufiger.

Die Linsenkapsel umschliesst die Linse in ihrem ganzen Umkreise. Sie besteht aus deutlichen, feinen Fibrillenzügen, in denen sich noch da und dort kleine Kernchen finden.

Stadium V (11 mm). Taf. II. Fig. 25.

Auf dieser Entwicklungsstufe zeigt die Linse wieder kleinere Dimensionen. Sie hat eine Gesammttiefe von 0,1247, bei einer Höhe von 0,1196 mm. Das Linsenepithel misst in der Augachse 0,0177 mm; die Linsenhöhle hat ebenda eine grösste Weite von 0,0059 mm, während der Linsenkörper 0,1170 mm dick, resp. tief ist. Die Linsenhöhle zeigt nur noch sehr wenig von dem Gerinnsel, das sie bei früheren Stadien meist gänzlich erfüllt hatte. Die dem Linsenepithel früher innen angelagerten Kernchen sind vollständig verschwunden.

In ihrem Aufbau zeigt die Linse jetzt bedeutende Fortschritte. Das Linsenepithel ist zwar, abgesehen von seiner Stärkenabnahme, im Wesentlichen das alte geblieben; die Faserbildung hat dagegen einen gewaltigen Schritt vorwärts gethan, wie ja schon aus der Dimension des Linsenkörpers hervorgeht. Die Auswachsungsstelle ist sehr deutlich, scharf ausgeprägt; sie findet sich dorsal ungefähr an der proximalen Grenze des distalen Linsendrittels und geht ventral bis etwa auf den Linsenaequator proximalwärts zurück. Die Fasern sind in ihrer Nachbarschaft zunächst noch breiter, mit rundlich-ovalen Kernen. Je weiter davon entfernt, desto mehr strecken und verschmälern sie sich, und ihre Kerne werden entsprechend länger und dünner. Die letzteren zeigen in dem Organ nunmehr die Anordnung zu einer bestimmten, ziemlich strenge eingehaltenen Kernzone, die in einer Breite von durchschnittlich 0,028 mm, die Linse etwa in ihrem Aequator umzieht. Nur ganz selten finden sich, und zwar nur in den dorsalen Linsenpartieen, einzelne Kerne distalwärts über die Zone hinausgeschoben. Etwas häufiger trifft man ausserhalb der Zone liegende Kerne proximal davon, und es scheint mir, als ob sie, und ebenso die Fasern, denen sie angehören, auf die Zellen der früheren proximalen Blasenwand zurückzuführen wären, die, wie oben gezeigt, durch die von der Auswachsungsstelle aus ihren Ursprung nehmenden Fasern in ihrem Zusammenhang gestört und zwischen die proximalen Faserenden vielfach hineingepresst worden sind. Augenscheinlich sind sie dann theils zu Grunde gegangen, zum grossen Theil aber wohl selbst schliesslich zu Fasern geworden, haben dabei jedoch nur ihre dünnen distalen Enden zwischen die engegelagerten Fasern erster Ordnung, um mich einmal so auszudrücken, hineindrängen können, während ihre stärkere Partie mit dem Kern in der Nähe ihres ursprünglichen Platzes verharrt ist.

Jede Linsenfaser besitzt nur einen einzigen Kern. Zelltheilungen kommen im Gebiet des Linsenkörpers, wie an der Auswachsungsstelle, niemals vor; sie sind lediglich auf das Linsenepithel beschränkt.

Die Linsenkapsel ist fast allenthalben zur vollkommenen Membran geworden, nur noch stellenweise, besonders da, wo sie mit anderen Gewebstheilen (dem Aufhängeapparat) in Verbindung tritt, lässt sich ihre Zusammensetzung aus einer Anzahl feiner Fibrillen erkennen. Kerne finden sich niemals mehr weder in der Linsenkapsel, noch derselben unmittelbar angelagert.

Stadium VI (13 mm).

Das Linsenepithel hat jetzt in der Augachse eine Stärke von 0,0169 mm, die Linsenhöhle, ebenda gemessen eine Mächtigkeit von 0,0112 mm. Der Linsenkörper ist 0,0988 mm dick. Die Gesammttiefe der Linse stellt sich demnach auf 0,1269, ihre Höhe beträgt 0,1170 mm.

Das Linsenepithel hat in seinem innern Aufbau keine Aenderung erlitten. Die Auswachsungsstelle seiner Zellen zu Fasern findet sich etwa im Linsenaequator; in den dorsalen Theilen des Organs ist sie etwas distalwärts, in den ventralen proximalwärts verschoben. Die Fasern sind, besonders in den von der Auswachsungsstelle entfernten, älteren Partieen sehr lang und schmal geworden, auch ihre Kerne haben sich noch etwas gestreckt. Die schon auf der vorigen Entwicklungsstufe sehr deutliche Kernzone ist noch schärfer ausgeprägt und umschliesst die Linse in der Gestalt eines Bandes, dessen distaler Rand ca. 0,0156 mm vom distalen Pol des Linsenkörpers entfernt ist, während zwischen seinem proximalen Rande und dem proximalen Linsenpole ca. 0,028 mm liegen. Das Band hat eine Breite von etwa 0,0286 mm. Die distale Grenze der Kernzone wird nur ganz selten von einzelnen Kernen überschritten, die proximale etwas häufiger, was ich vor Allem auf Rechnung der Kerne setzen möchte, die den erst nachträglich zu Fasern ausgewachsenen Zellen der frühern, proximalen Linsenblasenwandung angehören.

Die Linsenhöhle birgt ziemlich viel Gerinnsel, doch fehlt in demselben jede Spur von kernähnlichen Zusammenballungen; ebenso sind die der proximalen Linsenepithelfläche früher angelagert gewesenen Kernchen vollständig verschwunden.

Die Linsenkapsel ist vollkommen fertig und stellt eine wirkliche Membran dar.

Stadium VII (17 mm). Taf. II. Fig. 26.

Die Dicke des Linsenepithels stellt sich bei diesem Stadium auf 0,0130 mm. Die Linsenhöhle hat eine Stärke von 0,0101, die des Linsenkörpers beträgt 0,1495 mm. Die Linse ist demnach 0,1726 mm tief. Ihre Höhe ist 0,1560 mm; ihr Volumen stellt sich daher, die Höhle mit eingerechnet, auf 0,0022 cbmm. Die jetzt spaltförmige Linsenhöhle reicht im ventralen Theile der Linse proximalwärts etwa bis zum Linsenaequator, während sie dorsal schon 0,0130 mm vorher aufhört.

Das Linsenepithel ist einschichtig und gleicht in seinem Bau ganz demjenigen der oben geschilderten Stadien. Die Auswachsungsstelle fällt ventral etwa mit dem Aequator des Organs zusammen, während sie dorsal etwas distalwärts verschoben ist, entsprechend der geschilderten Ausdehnung der Höhle. Ueber die Linsenfasern ist nichts Neues anzuführen. Die Kerne derselben sind rundlich-oval. Eine Kernzone existirt, und zwar nimmt dieselbe die proximale Hälfte des distalen Drittels des Linsenkörpers ein. Proximal von derselben findet sich eine ziemlich breite, fast ganz kernfreie Zone; das proximale Drittel des Linsenkörpers birgt dann aber wieder eine Menge von Kernen, die indessen keine Anordnung zu einer Zone erkennen lassen. Zum Theil hat man es dabei jedenfalls mit Kernen zu thun, die in jenen schon oben geschilderten, aus den Zellen der proximalen Linsenblasenwand entstandenen Fasern liegen, zum andern Theil mögen sie Fasern angehören, die im Laufe des Wachsthums der Linse aus ihrer ursprünglichen Lage verdrängt worden sind. Es wurden dabei vermutlich blos die Kerne aus der Kernzone heraus und in mehr proximal gelegene Theile ihrer Fasern hineingepresst, man hätte es also mit einer durch nachbarlichen Druck gewaltsam herbeigeführten Umlagerung der Zellkerne zu thun. Da die Linsenfaser und ihr Kern ohnehin ein im Absterben begriffenes Gebilde darstellen, so würden ja wohl die schädlichen Folgen, welche sonst ein derartiger gewaltsamer Eingriff in die Lagerungsverhältnisse im Innern einer Zelle unbedingt haben müsste, nicht gerade schwerwiegend sein. Die Linsenfasern sind etwas zahlreicher und wohl auch etwas schmäler geworden, als beim vorigen Stadium.

Die Linsenhöhle zeigt Spuren von ganz feinem Gerinnsel. Es scheint mir übrigens fraglich, ob dasselbe mit dem auf früheren Entwicklungsstufen anzutreffenden Protoplasmagerinnsel, das auf Zerfall von Ectodermzellen zurückzuführen war, identisch ist. Ich glaube eher, dass man es dabei mit einer nach dem Tode des Thieres ausgeschiedenen Flüssigkeit zu thun hat, die durch die Einwirkung der Conservirung- Härtungs- etc. Reagenzien das gerinnselartige Aussehen erhalten hat. Es dürfte sich also um einen *Liquor Morgagni* handeln, wie er sich in ganz ähnlicher Form gelegentlich auch anderwärts, so z. B. zwischen der Linse und ihrer etwas abgehobenen Kapsel am proximalen Pole findet.

Die Linsenkapsel ist eine vollkommene Membran.

Stadium VIII (19,7 mm).

Das Linsenepithel ist nunmehr 0,0182 mm dick, die Linsenhöhle besitzt eine Stärke von 0,0072 mm. Der Linsenkörper hat eine Mächtigkeit von 0,1551 mm. Die ganze Linse zeigt demnach 0,1805 mm Tiefe. Ihre Höhe stellt sich ebenfalls auf 0,1805 mm. Als Linsenvolumen ergeben sich somit 0,0031 cbmm.

Das einschichtige Linsenepithel zeigt in seinem Baue auch hier nichts Neues. Seine Auswachsungsstelle zu Linsenfasern hat sich erheblich proximalwärts verschoben: sie findet sich jetzt im ventralen Theile etwa an der distalen Grenze des proximalen Linsendrittels, während sie dorsal sogar bis zur distalen Grenze des proximalen Linsenviertels zurückgeschoben ist. Die Linsenfasern sind, was ihre Breite betrifft, wohl so ziemlich auf der vorigen Stufe stehen geblieben; ihre Kerne dagegen erscheinen, auch abgesehen von den der Auswachsungstelle unmittelbar benachbarten, auffallenderweise erheblich rundlicher. Es hat sich jetzt wieder eine ziemlich strenge durchgeführte Kernzone gebildet, deren proximaler Rand etwa durch die Mitte des Linsenkörpers hinzieht, während der distale, weniger glatt verlaufende, immer wenigstens 0,0156 mm vom distalen Rande des Linsenkörpers entfernt bleibt. Proximal von der Kernzone treten aber auch wieder Ansammlungen von Kernen auf, die vom hinteren Linsenpol sich stets etwas entfernt halten und auch der Auswachsungsstelle niemals mehr, als bis auf 0,0130 mm nahe kommen. Zur Erklärung dieser Erscheinung verweise ich auf das für's vorige Stadium Gesagte. Das feine Gerinnsel der Linsenhöhle ist ebenfalls vorhanden, sogar noch etwas reichlicher, als zuvor. Sonst zeigt sich an der Linse nichts Neues.

Stadium IX (22,3 mm). Taf. II Fig. 23.

Das Linsenepithel hat in der Augachse eine Dicke von 0,0130 mm. Die Linsenhöhle ist bis auf einen unmessbar schmalen Spalt zurückgegangen, der aber immer noch deutlich wahrnehmbar ist. Der Linsenkörper hat eine Mächtigkeit von 0,2015 mm. Die Linse ist demnach 0,2145 mm tief. Ihre Höhe beträgt 0,1910 mm, und es stellt sich somit das Linsenvolumen auf 0,0041 cbmm.

Die Auswachsungsstelle des Linsenepithels liegt im Umkreise der Linse in einer Zone, die ventral etwa mit der distalen Grenze des proximalen Linsendrittels zusammenfällt, dorsal ein wenig distalwärts verschoben ist.

Das Linsenepithel ist einschichtig. Die Kerne seiner Zellen liegen jetzt mehr neben einander; es kommt zwar auch noch vor, dass gelegentlich der eine dem proximalen, der benachbarte dem distalen Ende seiner Zelle genähert ist, u. s. f., sie also zwei Kernreihen bilden (denen aber keineswegs 2 Zellreihen entsprechen), doch tritt diese Erscheinung hier viel seltener auf und hat auch immer eine viel geringere Ausdehnung, als früher, wo das ganze Linsenepithel sich grösstentheils aus drei, ja vier — scheinbaren — Zellenlagen mit ebenso vielen — thatsächlich vorhandenen — Kernschichten aufbaute.

Ueber die Art der Auswachsung und den Ort, wo sie stattfindet, ist nichts Neues vorzubringen.

Die Linsenfasern sind im Allgemeinen etwas schmäler und länger geworden. Ihr Kerntheil ist aber noch immer ziemlich breit, entsprechend den grossen rundlich-ovalen Kernen, von denen jede Linsenfaser einen in sich schliesst.

Eine Kernzone existiert, wenn man unter diesem Namen einen sehr kernreichen Complex verstehen darf, dem ein, zwar kernarmer, aber keineswegs kernloser Theil gegenüber steht. Eine solche Kernzone bildet die gesammte distale Hälfte des Linsenkörpers. In der proximalen finden sich Kerne fast nur in den der Auswachsungsstelle benachbarten peripherischen Theilen der Linse. Die centralen Theile des Organs, sowie der proximale Linsenpol, sind fast ganz kernfrei. Die Kerne jener peripherischen Schichten gehören aber nur zum allerkleinsten Theile den in Auswachsung begriffenen Epithelzellen, also den jüngsten Linsenfasern, an. Sie stammen vielmehr augenscheinlich einerseits von den Zellen der früheren proximalen Linsenblasenwand her, andererseits gehören sie fertigen Fasern an, die zwischen denjenigen liegen, deren Kerne die Hauptkernzone bilden. Sie sind aber, wie ebenfalls schon für's letzte Stadium gezeigt wurde, aus jener hinaus und in proximalere Theile ihrer Fasern gedrängt worden. Warum freilich diese Erscheinung nicht auch in den centralen Partieen der proximalen Linsenhälfte sich zeigt, wie dies früher ja der Fall war, vermag ich nicht anzugeben.

Stadium X (27,5 mm). Taf. III. Fig. 27.

Die Stärke des Linsenepithels in der Augenachse beträgt 0,0096 mm. Die Höhle repräsentirt ein ganz schmaler Spalt, wenn derselbe auch hier eine Idee breiter ist, als beim letzten Stadium. Der Linsenkörper ist 0,2120 mm tief. Die Gesammtlinse hat somit eine Tiefe von 0,2216 mm; da nun ihre Höhe sich auf 0,2422 mm beläuft, so beträgt das Linsenvolumen 0,0062 cbmm.

Die Zellen des Linsenepithels sind, mit Ausnahme der direkt an der Auswachsungsstelle gelegenen, etwa cubisch, mit leichter Annäherung an Cylinderform. Ihre kugeligen Kerne sind zu einer einfachen Lage angeordnet. Sie liegen meist nicht in der Mitte ihrer Zelle, sondern sind deren proximaler d. h. der dem Linsenkörper zugekehrten Wand mehr genähert. Die Stelle der Auswachsung in Fasern fällt im Umkreis der ganzen Linse mit der Distalgrenze ihres proximalen Drittels zusammen.

Die Linsenfasern haben sich gegen früher ziemlich vermehrt und sind noch schlanker geworden. Eine Kernzone existirt nicht, man kann höchstens einen kernfreien, oder doch sehr kernarmen Bezirk, der die centralen und proximalen Partieen der Linse begreift, von den übrigen Theilen unterscheiden, in welchen sich die Kerne der Fasern allenthalben, ganz ohne erkennbare Anordnung finden.

Es scheinen also auch hier wieder viele Kerne, die eigentlich in dem vorderen Drittel der Linse liegen müssten, in die proximalen Theile ihrer resp. Fasern hineingedrängt, und andrerseits am Bau des Linsenkörpers nicht allein Fasern betheiligt zu sein, die von der Auswachsungsstelle her ihren Ursprung genommen haben, sondern auch solche, die auf die Elemente der proximalen Wandung der alten Linsenblase zurückzuführen sind. Letzteren sind ohne Zweifel diejenigen in den peripherischen Partieen der proximalen Linsenhälfte sich findenden Fasern, wenigstens zum Theile, zuzurechnen, welche mit ihren distalen Enden die distale Begrenzungsfläche des Linsenkörpers nicht erreichen.

Ueber die Linsenkapsel ist nichts Neues zu sagen.

Stadium XI (32 mm). Taf. III. Fig. 28.

Die Dicke des Linsenepithels am distalen Pole beträgt 0,0143 mm. Die verhältnissmässig bedeutende Höhle misst in der Augenachse jetzt wieder 0,013 mm. Der Linsenkörper ist 0,1947 mm tief. Die ganze Linse besitzt also eine Tiefe von 0,222 mm; ihre Höhe stellt sich auf 0,2018 mm, das Volumen auf 0,0047 cbmm.

Die Zellen des Linsenepithels in seinen von der Auswachsungsstelle entfernten Theilen sind dick-plattenförmig. Ihre rundlich-ovalen Kerne, deren lange Achse tangential zur Oberfläche der Linse verläuft, liegen stets so ziemlich in der Mitte ihrer Zellen. Die Auswachsungsstelle findet sich dorsal im Aequator der Linse, ventral ist sie bis zur distalen Grenze des proximalen Linsenviertels verschoben. Eine Kernzone ist insofern vorhanden, als die Kerne der Linsenfasern auf die distale Hälfte der Linse beschränkt sind, mit Ausnahme ganz weniger, die in nächster Nähe der Auswachsungstelle, hauptsächlich in der dorsalen, aber auch in der ventralen Linse angetroffen werden.

Die Linsenfasern sind viel breiter, als bei den letzten Stadien und damit, da die ganze Linse jetzt ja entschieden kleiner ist, als früher, auch weniger zahlreich. Besonders die distalen Faserenden zeigen sehr häufig eine weitgehende, zellartige Auftreibung ihres den Kern begrenzenden Theiles. Stets lässt sich jedoch die Faser bis zum hinteren Linsenrande proximalwärts verfolgen, der Linsenkörper ist also keineswegs etwa aus Zellen und Fasern gebildet, sondern, wie bemerkt, ausschliesslich aus Fasern, die aber meist am distalen Ende, oft aber auch in der Mitte ihres Vorlaufes, eine starke Erweiterung ihres Kerntheiles besitzen. Es kommen indessen auch Linsen vor, deren Fasern sehr schmal und enge gelagert sind. Die Kerne sind dann stets schmal-spindelförmig und halten sich vorwiegend in der distalen Hälfte des Linsenkörpers. Der Kerntheil der Fasern erscheint stets nur wenig aufgetrieben.

Die Fasern, welche der früheren proximalen Blasenwand ihren Ursprung verdanken, sind in der für frühere Stadien geschilderten Art deutlich zu konstatieren. Spuren von einer Umlagerung von Kernen resp. Fasern fehlen dagegen vollständig.

Das erwachsene Thier.

Wie schwankend hier die Maſsverhältnisse sind, mag folgende Tabelle zeigen.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Bulbustiefe mm . .	1,0350	0.9741	0,8620	0,8620	0,8361	0,7586	0,9652
Bulbusvolum cbmm .	0,4434	0.4098	0,3454	0.3354	0,3150	0.2980	0.2841
Linsenepithel in Augachse mm . . .	0.0156	0,0091	0,0141	0.0130	0,0143	0,0212	0,0088
Linsentiefe mm . .	0,3595	0,3103	0,3448	0,3019	0,3448	0,2654	0,3275
Linsenhöhe mm . .	0,4417	0,3621	0,4137	0,3575	0,3965	0,4240	0,3965
Linsenvolum cbmm .	0.0298	0,0182	0,0257	0.0170	0,0247	0,0156	0.0222
Verh. von Linsentiefe zu Bulbustiefe . .	1 : 2,87	1 : 3,13	1 : 2,5	1 : 2.85	1 : 2,42	1 : 2.85	1 : 2,94
Verh. von Linsenvolum zu Bulbusvolum .	1 : 14,8	1 : 22,5	1 : 13	1 : 19.7	1 : 12,7	1 : 19.1	1 : 12,8
Verh. von Linsentiefe zu Linsenhöhe . .	1 : 1,22	1 : 1.16	1 : 1,19	1 : 1,18	1 : 1.15	1 : 1,59	1 : 1.21
Verh. v. Linsenepithel in Augaxe zu Linsentiefe	1 : 23,04	1 : 34,09	1 : 24.45	1 : 23.22	1 : 24.11	1 : 12,51	1 : 37.21

Wie man sieht, ist von einem constanten Verhältniss in keiner Beziehung die Rede.

Besonders schwankt die Form der Linse ganz bedeutend. Eine Gestalt, wie sie Hess[1]) abbildet, ist mir niemals vorgekommen. Sie ist im Allgemeinen stets viel dicker, der Kugel mehr genähert. Hess giebt zwar keine Maſse an, die von ihm gezeichnete Linse zeigt aber etwa das Verhältniss: Tiefe zu Höhe = 1 : 1.8. Es ist ja nun nicht ausgeschlossen, dass gelegentlich auch einmal eine Linse diese Form besitzt, dann ist dies aber jedenfalls eine grosse Ausnahme. Von den zahlreichen Linsen, die ich gemessen habe, zeigt nur eine einzige ein ähnliches Verhältniss, nemlich 1 : 1,59, meist aber nähern sich die beiden Achsen einander ganz erheblich, und es kommt sogar das in der Tabelle sub V angegebene Verhältniss 1 : 1,15 gar nicht so selten, jedenfalls häufiger vor, als das von 1 : 1.59.

In den meisten Fällen ist der Krümmungsradius der vorderen Fläche ein anderer, als der der hinteren, und zwar ist ersterer fast immer der kleinere, doch kommt auch gelegentlich der umgekehrte

---

[1]) A. a. O.

Fall vor. Zuweilen tritt eine ganz bedeutende Vorwölbung der distalen Fläche (wie schon von Ciaccio beschrieben) auf, und zwar an Exemplaren, die sehr sorgfältig conservirt waren, in denen die erwähnte Erscheinung also unmöglich als Kunstprodukt aufgefasst werden kann.

Auch eine Eindrückung des Organs, etwas distal von seinem Aequator, lässt sich nicht selten constatiren. Sie war zwar augenscheinlich niemals, wie Ciaccio annimmt, durch Anpressung der Ciliarfortsätze, sondern vielmehr durch Druck der Iris selbst hervorgerufen. Es kommt dabei vor, dass diese Erscheinung auf einen Theil der Linse beschränkt ist, also z. B. dorsal auftritt, während ventral jede Spur davon fehlen kann.

Auch in der Linse des erwachsenen Thieres ist immer mit grosser Deutlichkeit ein Linsenepithel zu unterscheiden, dessen Dicke aber, wie die Tabelle zeigt, sehr verschieden ist. Seine Zellen haben in den Gegenden der distalen Linsenfläche plattenförmige oder cubische, zuweilen sogar cylindrische Gestalt; die Kerne sind stets kugelig und liegen in den Fällen, wo das Linsenepithel dünn ist, seine Elemente also plattenförmig oder cubisch sind, in ihrer Mitte, bei den Cylinderzellen in dem dem Linsenkörper zugekehrten Drittel. Eine Auswachsungsstelle der Zellen zu Fasern ist ebenfalls stets vorhanden, doch ist ihre Lage sehr schwankend. Stets findet sie sich proximal vom Linsenaequator, wie weit sie sich aber von diesem entfernt, ist wohl für jede Linse wieder anders. Zuweilen hält sie sich in der distalen Grenze des proximalen Linsendrittels, ein anderes Mal nähert sie sich dem Proximalpole mehr, dann findet sie sich wieder ganz nahe beim Aequator. Bald liegt die Auswachsungsstelle im ganzen Umkreise der Linse gleichweit von Pol entfernt, dann verschiebt sie sich wieder dorsal weiter proximalwärts, als ventral und umgekehrt. Man sieht also: auch hierin wieder von einer nur annähernden Regelmässigkeit keine Spur!

Von einer Linsenhöhle findet sich in den meisten Fällen noch ein Ueberrest in Form einer, freilich ungemein feinen, Spalte zwischen Körper und Epithel; gelegentlich ist sie aber auch vollständig verschwunden und das Linsenepithel liegt dann dem Linsenkörper dicht an. Zuweilen scheint die Flächenvermehrung des Epithels mit dem Wachsthum des Linsenkörpers nicht gleichen Schritt zu halten, vielmehr dahinter etwas zurückgeblieben zu sein; die Zellen, resp. distalen Faserenden des Körpers drängen sich dann an das Epithel an und geben seinen Zellen häufig dadurch eine andere Form: dieselben werden an den betreffenden Stellen noch dünner, und erhalten oft an ihrer proximalen Fläche eine Eindrückung.

Ganz selten ist übrigens auch eine verhältnissmässig bedeutende Linsenhöhle erhalten geblieben. So maſs z. B. bei einem Exemplar von 0,7586 mm Augachsenlänge, das eine Linsentiefe von 0,2654 mm besass, der Rest der Höhle im Scheitel 0,0424 mm. Das Verhältniss zwischen Linsentiefe und Stärke der Höhle kam also auf 1:6,26.

Was den feineren Bau des Organs betrifft, so herrscht auch in dieser Beziehung die grösste Mannigfaltigkeit. Es kommen Linsen vor, die fast ausschliesslich aus Zellen sich aufbauen; nur in nächster Nachbarschaft der Auswachsungsstelle liegen dann einzelne deutliche, jedoch ebenfalls ziemlich breite, Fasern. Sonst besteht die ganze Linse aus grossen Zellen mit kugeligen Kernen. Fortsätze lassen sich an denselben sehr häufig constatiren, doch sind dieselben in allen Fällen nur ganz kurz. Stets sind sie proximalwärts gerichtet; eine Linsenzelle sendet dabei meist nur einen einzigen ab, doch kommen von dieser Regel entschieden auch Ausnahmen vor, indem gelegentlich eine Zelle mehrere, (bis zu 4) Fortsätze entwickelt. Eine Kernzone existirt in den so gebauten Linsen naturgemäss nicht, höchstens kann man die Gegend in der Nähe der Auswachsungsstelle, wo ja Fasern vorkommen, als relativ kernarm bezeichnen; sonst sind die Kerne ganz gleichmässig durck die Linse verstreut.

Weitaus die Mehrzahl der Linsen zeigt jedoch einen Aufbau aus Faserzellen, wenn man diese Bezeichnung auf Zellen anwenden darf, die in ihrem Bestreben, sich zu Fasern umzubilden, schon ziemlich weit fortgeschritten sind. Dieselben haben dann eine sehr unregelmässige Breite. Das eine Gemeinsame lässt sich erkennen, dass die Faserzelle in ihrem den Kern bergenden Theile stets ihre grösste Stärke aufweisst, wo aber diese Stelle liegt, ob am distalen, oder proximalen Ende der Faserzelle, oder in ihrer Mitte, darin lässt sich absolut keine Gesetzmässigkeit erkennen. Eine Kernzone existirt demgemäss niemals. Man kann zwar immer kernreiche und kernarme Stellen unterscheiden: die letzteren finden sich aber bei der einen Linse im Centrum, bei der andern am proximalen Rande, bei wieder andern in der Nachbarschaft der Auswachsungsstelle, niemals jedoch in der Nähe des distalen Randes. Eine Linse, wie sie Kadyi abbildet, mit schön durchgeführter Kernzone an der vorderen Linsenfläche und lediglich aus Fasern, hier ohne Kerne, gebildeten proximalen Partieen kommt niemals, auch nur annähernd in solcher Regelmässigkeit, vor. Man kann im Gegentheil behaupten, dass es ein gemeinsames Merkmal aller in der Hauptsache aus Faserzellen aufgebauten Maulwurfslinsen ist, dass am proximalen Rande, bald nahe dem Pole, bald mehr der Auswachsungsstelle genähert, immer eine Anzahl von Faserzellen sich finden, die noch nicht so weit gestreckt sind, dass sie die vordere Linsenfläche hätten erreichen können, deren Kerne sich also in Nähe des hinteren, proximalen Linsenrandes gehalten haben. In diesen Faserzellen liessen sich, freilich ganz selten, in Theilung begriffene Kerne nachweisen.

Gespaltene Fasern, also solche, die von einem Kerntheile aus mehrere Ausläufer nach hinten senden würden, deren Vorkommen man in Rücksicht auf die bei Linsen anderer Exemplare auftretenden Zellen mit mehreren Ausläufern vermuthen könnte, finden sich niemals.

Bei einzelnen Linsen ist die Auswachsung der Zellen schon sehr weit gediehen. Die Fasern sind dann sehr schmal und gröstentheils durch die ganze Dicke der Linse zu verfolgen. Die Kerne sind ziemlich gestreckt, etwa spindelförmig, während sie sonst rundlich-oval, in den aus noch wenig veränderten Zellen gebildeten Linsen sogar vielfach kugelig sind.

In den meisten Fällen liegen die Elemente der Linse dicht aneinander. Nur da, wo sich das Organ vorwiegend aus Zellen aufbaut, sind diese etwas weniger gedrängt: Es finden sich häufig kleine, spaltförmige Räume zwischen ihnen, die indessen augenscheinlich das Resultat von Schrumpfungen sind, welche die Conservirungs, -Härtungs etc. Flüssigkeiten herbeigeführt haben. Auf dieselbe Ursache mag das zuweilen auftretende unregelmässig gezackte Aussehen der Oberfläche der Linsenzellen zurückzuführen sein. In den Fällen, wo sich die Linse vorherrschend aus Fasern aufbaut, also die Reagenzien jedenfalls in weniger hohem Grade abändernd einwirken konnten, findet sich davon niemals eine Spur: die Oberfläche der Fasern ist vielmehr dann stets vollkommen glatt.

Zwischen Linsenkapsel und Linse zeigt sich sehr oft, besonders am proximalen Pole, wo erstere von letzterer häufig etwas abgehoben ist, ein sehr feines Gerinnsel: es scheint mir dies von einem, ja auch schon für einige Embryonalstadien constatirten, necrotischen Produkte, einer durch die Reagenzien zu einer feinkörnigen Masse zersetzten Flüssigkeit herzurühren, die nach dem Tode des Thieres aus der Linse ausgetreten ist und sich hier angesammelt hat; es dürfte sich also dabei um einen *liquor Morgagni* handeln.

Zusammenfassung.

Die erste Anlage der Linse entsteht durch Einsenkung des über die primäre Augenblase sich hinziehenden Körperepithels, welches an dieser Stelle und zu dieser Zeit meistens, wenn auch nicht immer, in Folge Auflagerung einer äusseren Schicht plattenförmiger Epitrichialzellen seine ursprüngliche Anordnung in eine einfache Lage bereits verloren hat. Ob mit dieser Einsenkung die Bildung der secundären Augenblase in ursächlichem Zusammenhang steht, ob also die primäre Augenblase durch die sich bildende Linsenanlage zur secundären eingedrückt wird, oder ob beide Vorgänge lediglich gleichzeitige sind, vermag ich hier nicht zu entscheiden, da ich für diese frühesten Entwicklungsstufen des Maulwurfsauges kein Material habe erlangen können.

Die Linsengrube senkt sich immer mehr in die Tiefe, communizirt jedoch zunächst noch durch eine weite Oeffnung ungehindert mit der Ausenwelt. Die Zellen der äusseren Schicht des ectodermalen Körperepithels, die Epitrichialzellen, verlieren in der Linsengrube ihren Zusammenhang und verfallen der Auflösung, die aber nur langsam vor sich geht. Die Grube wird nun durch Verengung der Oeffnung allmählich zur geschlossenen Blase, die sich endlich vom Ectoderm abschnürt und von diesem durch sich sofort dazwischenschiebende Bindegewebsmassen getrennt wird. Die nunmehr selbständige Linsenblase besitzt noch immer eine einschichtige Wandung, doch haben sich ihre Zellen bedeutend in die Länge gezogen. Die Kerne liegen bald an dem einen, bald andern Zellpole, oder auch in der Mitte, so dass in der Wand der Linsenblase 2—3 hintereinandergelegene Kernlagen sich bilden. Im Innern der Linsenblase findet sich protoplasmatisches Gerinnsel mit einzelnen Kernchen, Reste der Zellen des Epitrichiums, die immer mehr zerfallen und schliesslich verschwinden. Es beginnt dann die Bildung von Linsenfasern: d. h. an einer bestimmten Stelle der Blasenwand, die anfangs wenig proximal vom Linsenaequator gelegen ist, beginnen die Zellen allmählich sich zu verlängern und auf diese Weise in den Hohlraum der Blase, die Linsenhöhle, hinein zu dringen. Mit dem ersten Auftreten dieser Erscheinung vollzieht sich eine Trennung der Linsenblasse in 2 Theile: das Linsenepithel, d. h. den distal von jener Auswachsungsstelle gelegenen Theil der Linsenblasenwand, und den Linsenkörper, nemlich den in Auswachsung begriffenen Complex werdender Fasern.

Die Zellen des Linsenepithels erfahren in ihren von der Auswachsungsstelle etwas entfernteren Partieen, eine rasche Vermehrung; in Folge dessen werden die neu entstandenen Fasern immer weiter ins Innere der Blase gedrängt, so dass sie, da die Fasernbildung von jener Stelle aus immer weiter geht, nach und nach die ganze Linsenhöhle ausfüllen. Sie wachsen dabei, unter gleichzeitiger Abnahme ihrer Dicke, stark in die Länge, und zwar anfangs nach beiden Polen gleichmässig, so dass also ihr Kern in der Mitte bleibt. Ihre proximalen Enden erreichen bald den proximal von der Auswachsungsstelle sich hinziehenden Rest der Linsenblasenwandung und dringen in die Zwischenräume zwischen den Zellen ein. Diese werden dadurch in ihrem Zusammenhange gestört und verlieren sehr rasch die Anordnung zu einer regelrechten Lage, finden sich vielmehr da und dort zwischen die proximalen Enden der Fasern eingeschoben. Sie entwickeln sich dann auch ihrerseits zu solchen, doch geht diese Entwicklung nur sehr langsam von Statten; eine Anzahl von ihnen behält indessen die zellige Form, wenigstens annähernd, bei. Während sonst die Neubildung von Linsenelementen lediglich vom Linsenepithel besorgt wird, scheinen diese Zellen der früheren proximalen Blasenwand sich ebenfalls selbst zu vermehren, man trifft wenigstens in ihnen gelegentlich Kerne, die in Theilung begriffen sind.

Das Linsenepithel wird immer dünner. Stets ist und bleibt es einschichtig. Seine Kerne, die in der Wandung der Linsenblase anfangs 3 Lagen hinter einander gebildet hatten, ordnen sich bald zu zwei, schliesslich zu einer einzigen Schicht an; ihre anfängliche Spindelform weicht der rundlich-ovalen und schliesslich der Kugelgestalt.

Im Verlaufe des weiteren Wachsthums der Fasern, das nunmehr in der Hauptsache in distaler Richtung vor sich geht, da ja die proximale Linsenwand bereits erreicht ist, zeigen die Kerne entschieden das Bestreben, sich in der Nähe des distalen Zellpoles zu halten. Es entsteht so auf einzelnen Entwicklungsstufen eine, freilich niemals strenge durchgeführte, Kernzone nahe dem distalen Rande des Linsenkörpers. Dieselbe wird jedoch bald wieder zerstört. Einerseits haben sich nemlich auch die aus den Zellen der proximalen Linsenblasenwand abstammenden Fasern ziemlich stark vermehrt, in Folge ihres viel langsameren Längenwachsthums sind sie jedoch erst wenig weit gegen den distalen Linsenpol hin vorgedrungen, ihre Kerne halten sich daher stets im proximalen Drittel des Linsenkörpers, bleiben also proximal von der Zone, in der die Kerne der von der Auswachsungsstelle ausgehenden Elemente liegen. Andrerseits werden in Folge der fortgesetzten, sehr umfangreichen Neubildung von Fasern an der Auswachsungsstelle diese immer enger aneinander gedrängt. Der Kerntheil der neueren Fasern wird sich in Folge dessen nicht immer in die Gegend des distalen Körperrandes vorzuschieben vermögen, der Kern kann daher nicht mehr in die Kernzone eintreten. Aber auch von den schon dort liegenden Kernen scheinen viele wieder zurückzuwandern und zwar augenscheinlich ebenfalls in Folge der engen Lagerung der Linsenelemente: der Kern wird dadurch aus dem Theile der Faser, der ihrem distalen Pole genähert ist, heraus und in einen mehr proximal gelegenen Abschnitt derselben hineingedrängt.

Es scheint nur in Bezug auf die Faserbildung in der Linse keine ganz gleichmässig ununterbrochene Weiterentwicklung stattzufinden, sondern es dürften auch hier Perioden regeren Wachsthums, also gesteigerter Zellenvermehrung, mit Perioden verhältnissmässiger Ruhe abwechseln. In solchen Ruhepausen werden die vorhandenen Fasern in Folge der Zellenvermehrung im Linsenepithel und der dadurch bedingten Grössenzunahme der ganzen Anlage vorübergehend wieder mehr Raum bekommen, also nicht mehr so enge gepresst liegen; der Kern wird dann wieder im Stande sein, in den distalen Abschnitt seiner Faser zu treten, und es wird so wieder eine Kernzone entstehen können, bis die abermals eingesetzte starke Neubildung von Fasern, und die dadurch hervorgerufene engere Lagerung und erhöhte gegenseitige Pressung derselben jene Anordnung wieder zerstört.

Die Linsenfasern werden immer länger und erreichen schliesslich, unter fast vollständiger Verdrängung der Linsenhöhle, nahezu das Linsenepithel.

Dies ist, in grossen Zügen geschildert, die Entwicklung der Maulwurfslinse. Es kommen dabei, wie im Auge dieses Thieres ja allenthalben, oft recht erhebliche Schwankungen vor, indem die Linse eines, wenn man die Körperlänge als Ausdruck des Alters annimmt, jüngeren Thieres eine höhere Ausbildung zeigen kann, als die eines älteren. Es scheint hieraus hervorzugehen, dass die Entwicklung der Linse keineswegs bei jedem Individuum im selben Tempo vor sich zu gehen braucht. Beim einen bildet sich dieselbe schneller aus, beim andern vollzieht sich der Prozess langsamer. Immer jedoch besitzt die embryonale Linse, sobald jene Auswachsungsstelle aufgetreten ist, die Anlage von Fasern.

Linsen, die nur aus Zellen bestehen würden, kommen auf höheren Embryonalstufen niemals vor. Nun zeigt aber das Auge des erwachsenen Thieres thatsächlich gelegentlich solche, und noch häufiger kommen Linsen vor, die zwar in der Hauptsache entschieden aus Fasern sich aufbauen, daneben aber auch noch Zellen führen und zwar von den letztern oft entschieden erheblich mehr, als bei den ausgebildetsten Embryonalstadien vorkommen. Die Regel bilden allerdings diejenigen Linsen, welche ausschliesslich aus Fasern bestehen, die zwar verschieden weit in der Ausbildung vorgeschritten sind, aber niemals mehr auf der Stufe unverändeter Zellen geblieben sind.

Zur Erklärung dieses verschiedenen Verhaltens hat man vor Allem zu beachten, dass alle diese Linsen in der Nähe der Auswachsungsstelle, die ja keiner fehlt, wenigstens einige wenige deutliche Fasern zeigen, und anderseits sich der Thatsache zu erinnern, dass gelegentlich Fälle vorkommen, in welchen auf früher Embryonalstufe an der Auswachsungsstelle nicht sofort Faserbildung auftritt, sondern einfach Zellen des Linsenepithels ins Innere der Linsenhöhle hineinwachsen und diese auszufüllen beginnen. Erst später fängt dann an der Auswachsungstelle die Bildung von Fasern an und auch die ins Innere der Höhle gedrängten Zellen wachsen zu solchen aus. Während, oder nicht lange nach der Geburt des Thieres wird nun die Weiterentwicklung auch der Linse jedenfalls sistiert. Ist nun in Linsen, die zunächt vom Linsenepithel aus nur Zellen in die Höhle hineinwachsen liessen, die Entwicklung, aus unbekannten Gründen, in langsamerem Tempo, als gewöhnlich, vor sich gegangen, so wird das Organ durch die Hemmung auf einer Stufe überrascht werden, die von der Vollendung noch weiter entfernt ist: man wird also in der Linse des sonst normal ausgebildeten Thieres weniger entschiedene Fasern und mehr Zellen, in ganz extremen Fällen sogar fast gar keine Fasern und fast ausschliesslich Zellen antreffen. Das Vorkommen reichlicher Zellen in der Linse des ausgebildeten Maulwurfs würde also darauf schliessen lassen, dass sie vom Aufhören der Weiterentwicklung zu einer Zeit betroffen wurde, zu welcher sie erst auf verhältnissmässig niedriger Embryonalstufe angelangt war, und dieser Umstand fände wieder darin seine Erklärung, dass die Bildung der Fasern in einem weit langsameren Tempo, als gewöhnlich, vor sich gegangen wäre.

Dass es sich dabei lediglich um eine Ungleichmässigkeit in der Geschwindigkeit der Ausbildung handelt und nicht etwa darum, dass bei den in Rede stehenden Augen die Bildung der ganzen Linse eben später angefangen haben könnte, zeigt das Verhalten des Linsenepithels. Dieses hat sich in der gewöhnlichen Weise weitergebildet und steht bei den Augen der erwachsenen Thiere, deren Linsenkörper noch embryonale Verhältnisse zeigt, entschieden auf derselben Stufe, wie bei Augen mit hochentwickeltem, aus Fasern gebautem Linsenkörper. Wäre die Entwicklung der Linse später, als sonst erfolgt, so müsste doch wohl auch das Linsenepithel in seiner Ausbildung ebensoweit zurückgeblieben sein, wie der Linsenkörper.

Was die Gestalt der embryonalen Linse betrifft, so kommt dieselbe meist der Kugel ziemlich nahe. Erst auf den höchsten Stufen, in der Hauptsache wohl erst nach der Geburt, beginnt die Tiefe zu Gunsten der Höhe zurückzutreten, die Linse also der Linsenform sich zu nähern. Doch kommt sie in dieser Hinsicht nur selten sehr weit. Meist bleibt sie auf dem Standpunkte eines sehr gedrungenen Rotationsellipsoids, dessen Axen also in der Länge nicht sehr differiren, stehen. Die lange Axe verläuft aber senkrecht zur Augenachse.

Besondere Krümmungen der distalen und, seltener, der proximalen Fläche, dürften als Resultate des verschiedenen Druckes angrenzender Theile, also zunächst der Iris, dann aber auch des Glaskörpers, zu erklären sein: eine Rolle spielt dabei jedenfalls auch der Aufhängeapparat, den man ja als Anlage einer Zonula Zinnii auffassen kann.

Iris und Corpus ciliare.

Stadium I (4,5 mm). Taf. II. Fig. 19, 20.

Eine eigentliche Iris ist noch nicht vorhanden. Es handelt sich, will man überhaupt diese Bezeichnung schon jetzt anwenden, dabei lediglich um den Augenbecherrand, d. h. die Stelle, an welcher das *Pigmentepithel* sich in die *Retina* umschlägt. Die Zellen der Pigmentlamelle nehmen hier, auf eine kurze Strecke, eine langzogene Form an, in der Art, dass ihre Höhe bedeutend zu, ihre Breite etwa im selben Masse abnimmt. Die Kerne verhalten sich entsprechend.

Stadium II (6.7 mm). Taf. II. Fig. 21.

Eine richtige Regenbogenhaut existiert nicht: die Irisanlage wird durch den Augenbecherrand repräsentiert. *Pigmentepithel* und *Retina* sind stets in ihrer ganzen Ausdehnung durch einen ziemlich breiten, spaltförmigen Hohlraum, den Rest der primären Aughöhle, getrennt.

Stadium III (8.5 mm). Taf. II. Fig. 22.

Von einer wirklichen Iris ist noch immer nicht die Rede. Der Augbecherrand zeigt noch ganz das Verhalten des vorigen Stadium, höchstens liesse sich anführen, dass ein Theil des Augenkapselgewebes mehr gegen den Augenbecherrand hin vorgerückt ist, und diesen, dem Pigmentepithel stets fest angelagert, nahezu erreicht hat.

Stadium IV (10 mm). Taf. II. Fig. 24.

Eine Iris wird auch hier noch nur durch den Augenbecherrand repräsentiert. Gegenüber dem vorigen Stadium ist das vorliegende entschieden in sofern etwas zurückgeblieben, als das dem Pigmentepithel angelagerte Bindegewebe der Augenkapsel, soweit es nicht der Anlage der *Membrana Descemetii* angehört, vom Rande des Augenbechers noch entschieden weiter entfernt ist.

Stadium V (11 mm). Taf. II. Fig. 25.

Obgleich hier die Irisanlage ebenfalls lediglich durch die Randpartieen des Augenbechers dargestellt wird, kann man doch jetzt eher von einer solchen reden, da sich in jenen mannigfache Differenzirungen vollzogen haben.

Der Augenbecherand hat sich vor Allem bedeutend in die Länge gezogen, seine beiden Blätter haben sich fast im ganzen Umfange des Auges einander sehr genähert, ja meist dicht aufeinander gelegt; nur in den ventralen Partieen ist noch immer ein deutlicher Spalt zwischen ihnen geblieben. Das innere Blatt dieses langgezogenen Becherrandes hat sich gegen seine proximale Fortsetzung, die eigentliche *Retina*, deutlich abgesetzt. Es hat eine Länge von 0.1130 mm, die in den ventralen Theilen des Auges auf 0,1033 mm zurückgeht. Der Bau dieses inneren Blattes entspricht dem der äusseren Körnerschicht der Netzhaut, doch fehlen die Anlagen der Sehzellen vollständig. Ausserdem bekleidet den inneren Rand des Blattes noch ein schmaler Saum der Bindegewebsfaserschicht (cfr. *Retina*). Dieselbe reicht indessen von der Grenze zwischen *Retina* und *pars retinalis Iridis* nur etwa bis zur Mitte der letzeren, um dann zu verschwinden.

Der zumeist vielschichtige Bau des inneren Blattes geht, dorsal etwa 0,057 mm vom Becherrande entfernt, zunächst in einen zweischichtigen und kurz darauf in einen einschichtigen über. Ventral zeigt sich dasselbe Verhalten, nur dass die zweischichtige Anordnung erst in einer Entfernung von etwa 0,034 mm vom Rande des Augenbechers anfängt. In den einschichtigen Theilen sind die Zellen sehr langgestreckt und schmal, mit entsprechenden Kernen, ihre lange Axe verläuft stets senkrecht zur Bulbusoberfläche. In Gegend des Becherrandes verbreitern sich dann die Elemente des inneren Blattes allmählich (besonders in den ventralen Partieen des Auges) und gehen in das ebenfalls einschichtige Gewebe des äusseren Blattes, d. h. des Pigmentepithels, über. Dieses zeigt in seinem Iristheile keine Besonderheiten gegenüber seinem sonstigen Bau, nur fehlen die nach Innen gerichteten Zellfortsätze, oder sind wenigstens viel geringer entwickelt. Stellenweise macht sich hier auch, namentich im ventralen Pigmentepithel, ein geringerer Grad der Pigmentirung bemerklich.

Bindegewebige Theile tragen zum Aufbau dieser Irisanlage nur insofern bei, als einerseits die *Membrana limitans interna* auch die Innenfläche der pars retinalis Iridis überkleidet, andrerseits die mehrschichtig angelegten Abschnitte dieses innern Irisblattes, wie die übrige *Retina*, von Bindegewebszellen und -Fasern radiär durchzogen werden.

Stadium VI (13 mm).

Eine unverkennbare Irisanlage zeigt auch vorliegendes Stadium, doch ist dieselbe im Allgemeinen weniger weit ausgebildet, als beim letzten. Vor Allem ergeben sich andere Masse. Die Länge der retinalen Iris, von der deutlichen Grenze gegen die *Retina* aus bis zum Augenbecherrande gemessen, beträgt in der dorsalen Aughälfte 0,1005, ventral 0,078 mm. Die Bindegewebsfaserschicht hört dorsal 0,0598, ventral 0,0650 mm vom freien Irisrande entfernt auf. Die mittlere Dicke der pars retinalis Iridis stellt sich dorsal auf 0,0260, ventral auf 0,0299 mm.

Ganz scharf gegen die eigentliche Netzhaut hin abgesetzt ist die retinale Irisanlage nur in den dorsalen Partieen des Auges, lateral und ventral findet sich mehr ein allmählicher Uebergang, doch wird durch das plötzliche Aufhören der inneren Körnerzellen immerhin auch hier eine gewisse Grenze markirt.

Das, nahe der *Retina* zunächst vielschichtige, innere Irisblatt nimmt bald zweischichtigen Bau an und behält diesen, dorsal wie ventral, bis etwa auf eine Entfernung von 0,0195 mm vom Augenbecherrande bei, um dann einschichtig zu werden und sich in das ja gleichfalls einschichtige Pigmentepithel umzuschlagen. Der Iristheil des letzteren liegt dem retinalen Theil der Regenbogenhaut, wenigstens in den dorsalen und lateralen Augenpartieen, durch die ganze Anlage dicht an: von einer Verklebung, oder gar Verwachsung, kann freilich nicht die Rede sein, da doch immer noch ein ganz schmaler, unmessbarer Spalt zwischen ihnen bleibt. In der ventralen Iris hat derselbe oft noch eine etwas bedeutendere Breite bewahrt.

Das Pigmentepithel hat in seinem Iristheile dadurch eine viel grössere Dicke gewonnen, dass seine Zellen ihre sonstige Plattenform verloren und cylindrische Gestalt angenommen haben: so ist dann die Pigmentlamelle der Irisanlage auf der Stärke von etwa 0,0143 mm angewachsen. Hinsichtlich der Pigmentirung gilt das für's vorige Stadium Gesagte. Bindegewebige Elemente betheiligen sich noch nicht deutlich am Aufbau der Regenbogenhaut.

Stadium VII (17 mm). Taf. II. Fig. 26.

Der retinale Theil der Irisanlage ist jetzt gegen die Netzhaut, was Grössenverhältnisse und Bau anbelangt, deutlich abgesetzt. Seine Dicke beträgt an der Grenze dorsal 0,0221, ventral 0,0273 mm. Die Länge der ganzen Anlage ist dorsal 0,1299, ventral 0,1368 mm. In der Gegend der Netzhaut hat die pars retinalis Iridis zunächst mehrschichtigen Bau. Sie setzt sich zusammen aus Zellen, die vollständig den äusseren Körnerzellen gleichen; dazwischen finden sich einzelne Stützzellen und, in den der *Retina* direkt benachbarten Theilen, auch Stützfasern. Den inneren Rand der Anlage bildet die Fortsetzung der retinalen Bindegewebsfaserschicht, bekleidet von der *Membrana limitans interna.* Etwa in der Mitte zwischen der Retinagrenze und dem Augenbecherrande gewinnt dann die retinale Iris einen zweischichtigen Aufbau, und zugleich damit verschwinden Stützzellen, Stützfasern und Bindegewebsfaserschicht. Die Iriszellen werden länger, ihre Kerne schlanker. Diese Anordnung der Elemente bleibt aber nur eine kurze Strecke weit bestehen, denn bald wird sie durch einschichtigen Bau abgelöst: jetzt gestalten sich die Zellen des Irisblattes wieder etwas breiter und cylindrisch, ihre Kerne rundlicher. Beim Uebergang in's Pigmentepithel werden die Zellen dann abermals länger und schmäler, die Kerne gestreckter.

Etwa in der Mitte ihres Verlaufes besitzt die pars retinalis Iridis eine Dicke von dorsal 0,0152, ventral 0,0130 mm.

Die beiden ectodermalen Blätter der Irisanlage liegen einander niemals dicht an: es besteht vielmehr zwischen denselben stets ein ziemlich bedeutender (dorsal z. B. an einer Stelle bis zu 0,0338 mm breiter) Zwischenraum. Zum Theil mag sich derselbe in der Ausdehnung, wie ihn meine Präparate zeigen, auf Schrumpfungserscheinungen zurückführen lassen, vollständig reicht indessen diese Erklärung sicherlich nicht aus, und es kann nicht geleugnet werden, dass beim vorliegenden Stadium ein immerhin recht bedeutender Rest von der Höhle der primären Augenblase sich bis an den Irisrand hin erhalten hat.

Ueber das dritte, bindegewebige Blatt der Irisanlage wurde schon bei Betrachtung der *Chorioidea* gesprochen und mag es genügen, an dieser Stelle hierauf zu verweisen.

Stadium VIII (19.7 mm). Taf. III. Fig. 33.

Im Bau zeigt die Irisanlage dieses Stadiums fast keine Veränderung, ich kann mich also in der Hauptsache darauf beschränken, die Maſse anzugeben.

Die Stärke des retinalen Irisblattes beträgt unmittelbar an der Zusammenhangsstelle mit der Netzhaut dorsal 0,0286, ventral 0,0260 mm. Die Länge von hier bis zum freien Irisrande stellt sich dorsal auf 0,1755, ventral auf 0,1339 mm.

Die *pars retinalis Iridis* ist, von der eigentlichen Retina aus betrachtet, zunächst für eine dorsal 0,0079, ventral 0,0059 mm lange Strecke mehrschichtig. Der sich anschliessende, zweischichtige Theil ist dorsal 0,0337, ventral 0,0168 mm lang, und auf den einschichtigen kommen demnach endlich dorsal 0,1288 und ventral 0.1052 mm. Kurz vor seinem Uebergange in das Pigmentepithel hat das retinale Irisblatt, dorsal, wie ventral eine Dicke von 0,0091 mm.

Das Bindegewebe der *Chorioidea*, das mit einzelnen Zügen schon beim vorigen Stadium den freien Irisrand erreicht hatte, ist nun an dieser Stelle erheblich verstärkt worden und führt eine Anzahl feiner Gefässe. Das mit ihm in losem Zusammenhang stehende wulstförmige Bindegewebslager für das grosse, dem freien Irisrande vorgelagerte Ringgefäss hat etwa die alte Stärke bewahrt, das Gefäss selbst desgleichen.

Die mit der *Membrana hyaloidea* vereinigte *Membrana limitans interna* lässt sich, der retinalen Iris resp. dem Pigmentepithel stets dicht anliegend, eine kurze Strecke über den freien Irisrand hinüber verfolgen. Dann verschwindet sie zwischen den Faserzügen der inneren Aderhautgrenze.

Von einer ersten Ciliarkörperanlage findet sich jetzt nur im dorsalen Theile des Auges eine Spur. Nahe der Netzhautgrenze gewinnt nämlich die Iris rasch eine vorübergehende Mächtigkeit von 0,0310 mm, und dieser Verstärkung entspricht ein Anschwellen des benachbarten Pigmentblattes auf 0,0455 mm. In der ventralen Aughälfte findet sich hievon keine Andeutung. Das Pigmentepithel des Iristheiles ist zwar auch hier, wie dorsal, durchweg stärker, als näher dem Aughintergrund, eine durch besondere Dicke ausgezeichnete Stelle fehlt aber.

Der Spalt zwischen dem retinalen und dem Pigmentblatte der Irisanlage ist wieder sehr schmal geworden, aber immer noch deutlich nachweisbar.

Stadium IX (22,3 mm). Taf. II. Fig. 23.

Die Irisanlage hat dorsal eine Länge von 0,1885, ventral von 0.1365 mm. Sie lässt den Aufbau aus 3 Blättern deutlich erkennen. Das innerste derselben, die *pars retinalis Iridis*, hat an seinem proximalen Ende eine Stärke von dorsal 0,0325, ventral 0,0286 mm. Kurz vor seinem Uebergange ins Pigmentepithel ist es noch, dorsal, wie ventral 0,0156 mm dick. In den der eigentlichen Retina angrenzenden Theilen baut es sich aus mehreren Zellenlagen (2—4) auf und behält diese Zusammensetzung etwa bis in die Mitte zwischen seinem proximalen und seinem distalen Ende. Es geht dann rasch in einschichtige Anordnung über. Am freien Irisrande schlägt sich das retinale Blatt in die Pigmentlamelle um. Die starke Pigmentirung der letzteren lässt ein deutliches Erkennen seiner Zellen nicht zu, nur gelegentlich durchscheinende Kerne bestätigen die, übrigens kaum zweifelhafte Annahme, dass das Pigmentepithel auch in seinem Iristheile einschichtigen Bau besitzt.

Das Pigment setzt sich auch auf den Retinaltheil der Iris fort; so dass dieser noch, dorsal 0,1040, ventral allerdings nur 0,0325 mm vom freien Irisrande entfernt, reichliche Pigmentirung zeigt.

Die Dicke des Pigmenttheiles der Iris schwankt ziemlich stark. Ventral beträgt dieselbe z. B., 0,0650 mm vom freien Rande entfernt, 0,0325 mm, ist aber dann in der Gegend der Grenze zwischen *pars retinalis Iridis* und eigentlicher Netzhaut, bereits wieder auf 0,021 mm zurückgegangen. Ventral hat die dickste Stelle, ca. 0,091 mm vom freien Irisrande entfernt, eine Mächtigkeit von 0,0312 mm; an der proximalen Irisgrenze misst das Pigmentepithel nur 0,013 mm.

Das äusserste Blatt der Irisanlage wird durch einen Theil des sclero-chorioidealen Bindegewebes gebildet und wurde bereits bei Beschreibung dieser Theile behandelt.

Von einer Ciliarkörperanlage fehlt jede Spur, man müsste denn die vorübergehende starke Verdickung des Pigmentepithels, der eine ebensolche, aber viel weniger auffallende des retinalen Iristheils gelegentlich zu entsprechen scheint, dafür in Anspruch nehmen wollen.

Stadium X (27,5 mm). Taf. III. Fig. 27.

Von einer wirklichen fertigen Iris kann im Auge des Maulwurfsembryo erst vom vorliegenden Stadium an gesprochen werden. Jetzt liegen die drei Blätter, aus denen sie sich zusammensetzt, beinahe in ihrer ganzen Ausdehnung einander dicht an; gelegentliche, in den Präparaten sich findende Spalten zwischen den beiden inneren Blättern sind zweifellos auf Druck- oder Schrumpfungserscheinungen zurückzuführen.

Die *pars retinalis Iridis* schliesst sich an die eigentliche Netzhaut nicht unmittelbar an, es findet sich zwischen beiden eine Art Uebergangszone, die aus einer untrennbaren Verschmelzung der distalsten Partieen von innerer und äusserer Körnerschicht besteht, und die sich fast ausschliesslich aus den in Form und Dimensionen einander ja vollständig gleichen äusseren resp. inneren Körnerzellen aufbaut. Die Ganglienzellen sind in ihr meist verschwunden, oder an Zahl doch sehr zurückgegangen. (Hierüber, sowie über die Betheiligung von Sehzellen am Aufbau von Netzhaut und Iris vergl. den Abschnitt über die *Retina*.) Dieser Uebergangstheil ist dorsal 0,0195, ventral 0,0221 mm lang. Seine Mächtigkeit beträgt an dem der Netzhaut zugekehrten, also proximalen Rande je 0,0585, an ihrer Grenze gegen die eigentliche *pars retinalis Iridis* hin 0,0195 mm. Von hier aus gerechnet ist das innerste Irisblatt dorsal 0,1885, ventral 0,1502 mm lang. Es besteht aus schmalen, cylindrischen resp. da, wo sich mehrschichtige Anordnung findet, in Folge der gegenseitigen Pressung spindelförmigen Zellen. Mehrschichtig ist das Blatt auf einer, vom distalen Rande der Uebergangszone an gerechnet dorsal 0,0754, ventral 0,06 mm langen Strecke; von da ab wird es einschichtig. Eine vorübergehende starke Verdickung erfährt die *pars retinalis Iridis* dorsal 0,0715, ventral 0,0584 mm von der Uebergangszone entfernt, und zwar misst sie an dieser Stelle dorsal 0,026, ventral 0,0247 mm, während sie in unmittelbarer Nachbarschaft der Uebergangszone dorsal 0,0143, ventral 0,0195 mm, und kurz vor dem Zusammenhang mit dem Pigmentepithel, also ganz nahe dem freien Irisrande dorsal, wie ventral ca. 0,0095 mm dick ist.

Das mittlere, dem Pigmentepithel angehörige Blatt der Iris ist so stark pigmentirt, dass sich über die Form seiner Zellen nichts Genaues angeben lässt. Zweifelsohne wird es, wie auf den früheren Entwicklungsstufen, sich aus einer einfachen Lage verhältnissmässig grosser Zellen aufbauen. An der Stelle, welche der proximalen Grenze der retinalen Iris gegenüberliegt (dorsal), resp. anliegt (ventral), ist es 0,0185 mm stark; es verdickt sich dann, in derselben Gegend, wie das innere Blatt, dorsal auf 0,03, ventral auf 0,026 mm und misst endlich nahe dem freien Irisrande dorsal, wie ventral 0,0075 mm.

Das äusserste Blatt der Iris liefert die *Chorioidea*. Näheres darüber vgl. in dem diese „Haut" behandelnden Abschnitt.

Stadium XI (32 mm). Taf. III. Fig. 28.

Die zwischen eigentlicher *Retina* und *pars retinalis Iridis* sich wiederfindende Uebergangszone, deren Zusammensetzung dieselbe ist, wie beim letzten Stadium, hat eine Länge von ca. 0,0195 mm.

Das retinale Blatt der Iris, das sich ihr distal anreiht, und damit die gesammte Iris, ist dorsal 0,2282, ventral 0,1395 mm lang. Die *pars retinalis Iridis* ist jetzt durchweg einschichtig, aus langen Cylinderzellen, mit schmalen, länglich-ovalen Kernen zusammengesetzt. Die Verdickung einer bestimmten Stelle des Blattes kommt niemals durch Vermehrung seiner Schichten, sondern ausschliesslich durch bedeutende Verlängerung seiner Zellen zu Stande. Diese Verdickung findet sich dorsal 0,1410, ventral 0,0910 mm vom freien Irisrande entfernt, und das innerste Irisblatt misst dann dorsal 0,0195, ventral 0.0169 mm in der Dicke. Nahe der Uebergangszone, und desgleichen nahe seiner Fortsetzung ins Pigmentepithel hat es eine Stärke von dorsal 0,0141, ventral 0,0072 mm.

Der Pigmentepitheltheil der Iris zeigt auch hier so reichliches Pigment, dass sich über seine Zellen absolut nichts aussagen lässt. In der dorsalen Aughälfte fehlt auffallender Weise an ihm jene Verdickung, welche der beim retinalen Blatte sich findenden entsprechen würde, an ihrer Stelle tritt hier sogar eine vorübergehende Verdünnung auf 0,0247 mm auf, während unmittelbar daneben, sowohl in den nach dem freien Irisrande hinliegenden, als in dem dem Aughintergrund mehr genäherten Theile des Pigmentepithels seine Stärke etwa 0,0299 mm beträgt. Am proximalen Irisrande ist die Pigmentlamelle 0,0173 mm dick; ventral dagegen verstärkt sich neben dem retinalen Blatte auch der Pigmentepitheltheil der Iris; er misst dann 0.0452 mm. An der proximalen Irisgrenze hat er 0,0231 und nahe dem freien Irisrande 0,0234 mm Dicke.

Betreffs des äussersten Blattes der Iris cfr. den Abschnitt über die *Chorioidea.*

Das erwachsene Thier. (Taf. III. Fig. 24.)

Auch in Bezug auf Iris und Ciliarkörper zeigt das Auge des erwachsenen Thieres eine so weitgehende Verschiedenheit bei den einzelnen Individuen, dass es unmöglich ist, eine für alle Fälle passende Beschreibung zu geben. Ich schildere daher zunächst ein Auge, dessen Verhältnisse sich noch am ehesten als typisch bezeichnen lassen, möchte aber ausdrücklich bemerken, dass die Ausnahmen von dieser Regel ganz ungemein zahlreich sind. Ich werde auf dieselben weiter unten eingehen.

Das Verhalten von Iris und Ciliarkörper ist in dem zur Schilderung in erster Linie herangezogenen Exemplar nicht im ganzen Umfange des Auges dasselbe, es zeigte sich vielmehr eine gewisse Verschiedenheit der dorsalen Partieen von den ventralen.

Dorsal hat die Iris, gemessen vom freien Rande bis zum Beginn des Ciliarkörpers, eine Gesammtlänge von 0,1947 mm. Sie besteht, deutlich erkennbar, aus den gewöhnlichen drei Blättern: Retinaler Theil, Pigmentepitheltheil und chorioidealer Theil. Der Uebergang der beiden inneren Blätter in einander, also der alte Augbecherrand, lässt sich mit grosser Deutlichkeit erkennen. Derselbe fällt aber jetzt nicht mehr, wie früher, mit dem freien Irisrande zusammen. Es hat sich vielmehr der Chorioidealtheil der Iris über ihn hinaus 0,052 mm weit gegen den distalen Linsenpol vorgeschoben und dadurch werden nun die äussersten Theile des Irisrandes gebildet. Diese bindegewebige Partie der Regenbogenhaut ist stark pigmentirt, doch lässt sich seine Zusammensetzung aus Faserzügen mit Kernen noch immer deutlich erkennen. Eine gewisse Grenze zwischen dem vorgeschobenen chorioidealen Irisrande und der Stelle, wo die beiden inneren Irisblätter in einander übergehen, wird dadurch aufrecht erhalten, dass die *Membrana limitans interna* oder *hyaloidea* sich nach wie vor über den alten Augenbecherrand hinüberschlägt, um sich mit den innersten Lagen der *Chorioidea* zu vereinigen. Die Membran wächst also, 0,052 mm vom freien Rande der Iris entfernt, scheinbar in diese hinein und durch sie hindurch.

Das innere, retinale Blatt der Iris ist 0,007 mm dick. Es besteht aus einer einzigen Lage von Zellen mit grossen Kernen. Ueber die Form dieser Zellen lässt sich wegen der dichten Pigmentirung des Blattes, die nur gelegentlich Stücke von Kernen durchscheinen lässt, meist nichts Genaues angeben. Zwischen dem retinalen Blatte der Iris und ihrem Pigmentepitheltheile trat in meinen Präparaten stets ein schmaler Spalt auf, doch glaube ich seine Entstehung entschieden auf die Einwirkung der Reagenzien zurückführen zu müssen, da ja der Rest der primären Augenhöhle schon bei den vorhergehenden Embryonalstadien fast ausnahmslos verdrängt war, und ein Stehenbleiben der Iris in dieser Beziehung auf einer früheren Embryonalstufe wegen ihrer weit vorgeschrittenen sonstigen Ausbildung nicht wohl angenommen werden kann.

Der Chorioidealtheil der Regenbogenhaut hat eine Stärke von 0,01 mm. Er ist stets so dicht pigmentirt, dass über seinen Bau sich nichts aussagen lässt, doch ist kein Grund vorhanden, anzunehmen, dass er sich in dieser Hinsicht anders verhalte, als die übrige Pigmentlamelle, dass er also nicht ebenfalls durch eine einfache Lage verhältnissmässig grosser Zellen mit grossen Kernen gebildet sein sollte. Das chorioideale Blatt, soweit es dem Pigmentepithel anliegt, hat eine Dicke von 0,011 mm. An seiner Innenfläche lässt sich zuweilen eine Differenzirung einiger ganz feinen Faserzüge zu einer dünnen, kernlosen Schicht constatiren, also die Anlage einer Zwischenmembran. Dieselbe ist jedoch meistens von Pigment verdeckt; immer ist dies der Fall in der Nähe des distalen Endes der beiden inneren Irisblätter, d. h. am alten Augenbecherrand. Es lässt sich daher, so wahrscheinlich es auch ist, niemals mit Sicherheit feststellen, dass die *Membrana limitans interna* in dieser Schicht aufgeht.

Der Ciliarkörper hat eine Länge von 0,091, eine Gesammtdicke von 0,0689 mm. In der Hauptsache wird er durch das sehr verstärkte Pigmentepithel gebildet, doch lässt sich wegen der ungemein dichten Pigmentirung niemals feststellen, ob diese Verstärkung die Folge einer sehr bedeutenden Höhenzunahme seiner Zellen ist, oder durch mehrschichtige Anordnung des Pigmentepithels zu Stande kommt. Die Vergleichung mit den Augen anderer Wirbelthiere spricht aber entschieden für die erstgenannte Möglichkeit. Der retinale Theil der Iris setzt sich über den Pigmentepitheltheil des Ciliarkörpers in Gestalt eines, in einfacher Lage angeordneten Belages von cylindrischen, stets vollkommen pigmentfreien Zellen fort. Diese sind 0,011 mm hoch und 0,0052 mm breit. Ihre senkrecht zur Fläche des Corpus ciliare gestellten länglichen Kerne messen 0,0055 : 0,033 mm. Diese Zellschicht setzt sich, immer dem Pigmentepithel dicht anliegend, bis zur eigentlichen *Retina*, d. h. der *Ora serrata* fort, doch werden ihre Elemente proximal vom Ciliarkörper sofort cubisch und weiterhin bald dick-plattenförmig. Ihre Höhenachse, senkrecht zur Fläche des Pigmentepithels verlaufend, misst dann 0,0052, ihre Breite 0,0078 mm. Die lange Achse ihrer Kerne verläuft parallel zur Fläche der Schicht und misst 0,005; die Dicke der Kerne beträgt 0,0039 mm. Auch diese Zellen zeigen niemals eine Spur von Pigment.

Unmittelbar proximal vom Ciliarkörper ist das Pigmentepithel auf eine kurze Strecke 0,015 mm stark, erfährt aber sofort eine Aufwulstung, die, bei einer Längenausdehnung von 0,055, eine grösste Dicke von 0,0312 mm erreicht. Proximal von dieser erhält die Pigmentlamelle dann eine Stärke von 0,0143 mm, die es in seinem weiteren Verlaufe proximalwärts zunächst beibehält.

Die ventrale Hälfte des Auges zeigt, was den Bau von Iris und Ciliarkörper betrifft, keine Unterschiede gegenüber der dorsalen. Nur die Maſsverhältnisse gestalten sich etwas anders. Das chorioideale Irisblatt wächst nämlich hier gegen die Linse hin nur 0,039 mm über die Uebergangsstelle zwischen retinalem Iristheile und Pigmentepithel hinaus. Die Gesammtlänge der Regenbogenhaut bis zum Ciliarkörper beträgt jedoch 0,2 mm. Die Stärke der einzelnen Blätter, und auch der Grad ihrer Pigmentirung zeigen keinen Unterschied gegenüber der dorsalen Aughälfte.

Der Ciliarkörper ist 0,1 mm lang und im Ganzen 0,06 mm dick, wovon auf das Pigmentepithel 0,033 mm kommen. Die proximal vom Corpus ciliare gelegene Aufwulstung des Pigmentepithels erstreckt sich über einen 0,052 mm langen Bezirk und hat eine Maximaldicke von 0,0826 mm.

Ein meridional verlaufender Ciliarmuskel, etwa 0,017 mm stark, liegt an der äusseren Grenze der *Chorioidea* in der Ciliarregion. Von einem Ringmuskel habe ich niemals eine Spur entdecken können. Ebenso fehlen alle Andeutungen einer sonstigen Chorioidealmuskulatur. Die Fasern des Ciliarmuskels sind glatt.

In der geschilderten Weise verhalten sich die hier in Frage kommenden Augentheile in vielen, jedoch, wie gesagt, keineswegs in allen Fällen. Zwar ist im Auge des erwachsenen Thieres stets ein Ciliarkörper zu unterscheiden, doch steht derselbe häufig auf viel tieferer Stufe und geht oft wenig, oder gar nicht über den Standpunkt der höher entwickelten Embryonen hinaus, stellt sich dann also lediglich als mehr, oder weniger bedeutende Anschwellung des Pigmentepithels und dadurch herbeigeführte Aufbauchung des retinalen Irisblattes in der Ciliarregion dar.

Auch die Länge der distal vom *Corpus ciliare* gelegenen Iris ist sehr verschieden und bleibt oft hinter der oben angegebenen ganz bedeutend zurück. Besonders ist die Vorlagerung der *Chorioidea* vor den alten Augenbecherrand, wenn auch immer vorhanden, so doch häufig sehr wenig ausgedehnt. Ebenso ist die Pigmentirung des retinalen Irisblattes in vielen Fällen nur ganz gering und fehlt gelegentlich vollständig, so dass dann die Form der Zellen deutlich erkennbar ist. Dieselben sind etwa cubisch, mit fast kugeligen Kernen; gegen die Stelle hin, wo die Umschlagung, also der Zusammenhang der inneren Irisblätter stattfindet, werden sie etwas mehr cylindrisch, ihre Kerne behalten jedoch die Kugelgestalt bei. Der Ciliarmuskel ist stets, wenn auch nicht immer mit gleicher Deutlichkeit, nachweisbar.

In keinem Falle berührt der Ciliarkörper die Linse, er bleibt vielmehr stets eine ziemliche Strecke von ihr entfernt. In den oben näher geschilderten Augen beträgt diese Distanz, dorsal wie ventral, etwa 0,026 mm.

Zusammenfassung.

Die Irisanlage wird auf frühen Entwicklungsstufen lediglich durch den Augenbecherrand dargestellt. Erst bei sonst schon ziemlich weit fortgeschrittenen Stadien beginnt in ihm eine Differenzirung, indem er sich allmählich in die Länge und gegen die Linse hinzieht. Das innere Blatt, vom äusseren anfangs immer noch durch einen weiten Zwischenraum, einen Rest der primären Augenhöhle, getrennt, verliert dabei seine vielschichtige Anordnung. Es geschieht dies in der Weise, dass nur die äussersten Lagen dieses Blattes, mit anderen Worten der *Retina*, sich an der Streckung betheiligen. Die Irisanlage besteht also zunächst aus einem äusseren, einschichtigen Theile, dem Pigmentepithel, und aus einem inneren, mehrschichtigen, der verlängerten äusseren Körnerschicht, in der sich aber hier keine Ganglienzellen entwickeln, so dass sie also lediglich aus Körnerzellen sich aufbaut.

Diese beiden Blätter verlängern sich immer mehr; auch das innere derselben wird allmählich einschichtig und seine vorher ziemlich unregelmässigen Zellen, von vielfach abgeplatteter Kugel- oder Ellipsoidgestalt werden regelmässig cubisch, später cylindrisch. Die *Chorioidea* hat sich inzwischen als drittes, äusserstes Blatt an das Pigmentepithel angelegt, reicht aber noch nicht bis zum (distalwärts weitergewachsenen) Augenbecherrand.

Etwa in der Mitte zwischen diesem und der eigentlichen *Retina* beginnt nun der Pigmentepitheltheil der Anlage und, in geringem Maſse, auch das retinale Blatt, sich stark zu verdicken, ersterer wahrscheinlich, letzterer sicher nicht durch Schichtenvermehrung, sondern dadurch, dass die zur Augoberfläche senkrecht verlaufende Achse ihrer Zellen sich mehr und mehr verlängert, wodurch diese eine sehr gestreckte Cylindergestalt annehmen. Der Pigmentepitheltheil verdickt sich dann immer mehr, während der retinale in dieser Beziehung bald stehen bleibt, ja sogar augenscheinlich wieder etwas zurückgeht, und es entsteht so der Ciliarkörper, der mehr oder weniger weit ausgebildet wird, je nachdem das Auge bei Eintritt der Entwicklungshemmung, die auch für diese Theile des Auges zweifellos etwa während, oder kurz nach der Geburt erfolgt, mehr, oder weniger fortgeschritten ist. Während dieser Vorgänge wächst das chorioideale Irisblatt längs dem Pigmentepithel immer weiter distalwärts und erreicht bald den Augenbecherrand, über den hinaus es zunächst einen Bindegewebswulst vorsendet, der als Lager für ein grosses, die Pupille umziehendes Ringgefäss dient. Dasselbe gehört dem Gefässsystem der *Chorioidea* an. Bald jedoch wird es wieder rückgebildet und verschwindet, zusammen mit seinem Perivasculärgewebe vollständig.

Die Gewebszüge der *Chorioidea* wachsen nun aber von Neuem über den Augenbecherrand hinaus gegen die Linse hin und bilden so schliesslich eine bindegewebige Verlängerung des freien Irisrandes. Dieselbe führt reichliche, kleine, dem chorioidealen System angehörige Gefässe, die auch in die retinalen Theile der Iris, bis zum Ciliarkörper hin, vordringen. Auf hohen Stufen der Entwicklung erhält dann auch die bindegewebige, distale Endpartie der Iris und ihr innerstes, retinales Blatt eine Pigmentirung, die in letzterem häufig so stark und dicht wird, dass ihr Bau darunter vollständig verschwindet. Die inneren Blätter der Iris haben sich schon vorher dicht aneinandergelegt, so dass also in diesem Gebiete jede Spur der primären Augenhöhle verdrängt ist. Der Ciliarmuskel tritt erst sehr spät im embryonalen Leben auf, entwickelt sich aber dann rasch zu der Form, die er beim erwachsenen Thiere zeigt.

Pigmentepithel.

Stadium I (4,5 mm). Taf. IV. Fig. 52.

Die Pigmentlamelle ist noch wenig entwickelt. Soweit es sich überhaupt um eine solche handelt, d. h. höchstens in der vorderen, distalen Hälfte des Auges, wird sie von höchst unregelmässig gestalteten Zellen gebildet. Die Höhe der letzteren, welche die Dicke des Pigmentepithels selbst darstellt, ist zwar immer annähernd dieselbe, nämlich ca. 0,0059 mm, in den beiden anderen Dimensionen schwanken dagegen die Maſse sehr bedeutend. So kommen z. B. Zellen vor, die eine Breite von 0,0096 mm besitzen, und dann wieder solche, die nur 0,0042 mm breit sind. Die Kerne haben, bei gleicher Höhe (stets ca. 0,0037 mm), entsprechend dem ungleichen Verhalten der Zellbreite, eine Länge, die sich innerhalb der Grenzen 0,0037 und 0,0059 mm bewegt. Die der Netzhaut zugekehrte Fläche der Pigmentepithelzellen ist stets ganz glatt, also von Zellfortsätzen keine Spur vorhanden. Ebenso fehlt jede Andeutung einer Pigmentirung.

In der Gegend des Augaequators verliert das Pigmentepithel seine einschichtige Anordnung und geht, sehr rasch vielschichtig werdend, in den Augenblasenstiel über, in dem eine Anordnung der zelligen Elemente zu erkennbaren Lagen übrigens sehr bald verschwindet.

Stadium II (6,7 mm). Taf. IV. Fig. 53.

Das Pigmentepithel umgiebt, vollständig als solches entwickelt, die *Retina* in ihrem ganzen Umfange. Es wird durch eine einfache Lage plattenförmiger Zellen gebildet, die auf dem Schnitte die Figur eines Rechtecks von 0,0081 mm Länge und 0,0059 mm Höhe zeigen. Die lange Achse verläuft stets tangential zur Fläche der Netzhaut. Die Kerne dieser Zellen sind rundlich-oval und messen 0,0052 : 0,0044 mm. Die lange Achse entspricht derjenigen der Zelle.

Auf der der *Retina* zugewandten Fläche des Pigmentepithels zeigen sich die ersten Anfänge von Zellfortsätzen in Gestalt von zahlreichen, ganz kurzen, höckerförmigen Auftreibungen der Zellmembranen.

Das Pigmentepithel besitzt nunmehr auch Pigmentirung, wenn dieselbe auch noch ziemlich schwach ist. Im dorsalen Theile der Haut sind die Zellen durchweg mit Pigment versehen; dasselbe fehlt aber noch in den dem Augbecherrand nahe gelegenen Theilen, sowie im Aughintergrund vollständig. Ganz schwache Anfänge einer Pigmentbildung treten auch in den ventralen Partieen der Pigmentlamelle auf, doch verschwindet auch hier, schon eine weite Strecke vor der Umbiegungsstelle in die *Retina*, und ebenso weit vom Uebergang in den Augenblasenstiel, jede Spur derselben.

In den, wie gesagt, stärker pigmentirten Zellen des dorsalen Pigmentepithels erstreckt sich die Pigmentirung theilweise auch auf die Anlage der Zellfortsätze, die dann stets in ihrer ganzen, freilich sehr unbedeutenden, Länge davon erfüllt sind.

Stadium III (8,5 mm). Taf. IV. Fig. 54.

Der Bau zeigt wenig Veränderungen. Das Pigmentepithel setzt sich hier aus einer einfachen Lage plattenförmiger Zellen zusammen, die eine Breite von 0,0091 mm besitzen, bei 0,0063 mm Dicke, welche letztere die Stärke der Haut selbst darstellt. Die ovalen Kerne messen 0,0052 : 0,0039 mm; ihre lange Achse fällt mit derjenigen der Zelle zusammen, verläuft also parallel zur Retina- resp. Bulbusoberfläche.

Dies gilt für die den Aughintergrund einnehmende Hälfte des Pigmentepithels. Etwa von der Gegend des Augaequators an, distalwärts verfolgt, nimmt die Breite der Zellen ab, sie erhalten zunächst Würfelform, um dann immer schmäler zu werden, so dass sie in Gegend des Augenbecherrandes durchschnittlich nur noch halb so breit sind, als dick. Die Kerne machen denselben Prozess durch; es verläuft also schliesslich ihre lange Achse nicht mehr parallel, sondern senkrecht zur Bulbusoberfläche.

Von ihrer Innenfläche senden die Pigmentzellen zarte Fortsätze gegen die Sehzellen hin, die, von wechselnder Länge, niemals über 0,0041 mm hinausgehen.

Die Pigmentirung ist sehr stark: nur der Iristheil des Pigmentepithels d. h. einige wenige vor der Umbiegungsstelle von Pigmentepithel in Pigmentepithel gelegene Zellen des ersteren, sind ganz pigmentfrei. Weiterhin, vom Augenbecherrand proximalwärts betrachtet, sind dann einige Pigmentepithelzellen nur theilweise von Pigment erfüllt, sodass noch ihre äussere Hälfte, oder auch nur der Kern, frei bleibt. Bald aber wird die Pigmentirung der Zellen eine vollständige, und erstreckt sich noch eine Strecke weit auf die Fortsätze. Die Enden dieser letzteren, bei den längsten auf eine Strecke von 0,0026 mm, sind jedoch stets unpigmentirt. Eine Ausnahme hievon machen einige wenige Pigmentepithelzellen, die in nächster Nachbarschaft des Sehnerven liegen. Diese sind in ihrem äusseren Theil pigmentfrei und auch ihr Kern ist unpigmentirt. Die innere Hälfte und die ganzen Zellfortsätze sind dagegen bei ihnen stark mit Pigment versehen, und zwar die letzteren bis in ihre äusserste Spitze hinein.

Stadium IV (10 mm). Taf. IV. Fig. 55.

In der Form des Pigmentepithels findet sich hier keine Veränderung gegen frühere Stadien. Es setzt sich aus Plattenzellen zusammen, die, bei einer Breite und Tiefe von 0,0089 mm eine Dicke (welche die der ganzen Schicht ausmacht), von 0,0052 mm besitzen. Die Kerne der Zellen sind 0,0066 mm lang, 0,0037 mm dick. Ihre lange Achse verläuft parallel zur Augenoberfläche. Hinsichtlich der Veränderungen, die sich in den Dimensionen der Zellen zeigen, je weiter sie über den Augenaequator hinaus dem distalen Pole genähert liegen, gilt das für das vorige Stadium Gesagte. Gegen die Netzhaut hin senden die Zellen des Pigmentepithels schwache Fortsätze aus, welche die Länge von 0,0011 mm niemals überschreiten.

Die Pigmentirung der Schicht hat insofern Fortschritte gemacht, als sich jetzt auch am Augenbecherrand keine ganz pigmentfreien Zellen mehr finden. Selbst die an der Umbiegungsstelle zur *Retina* liegenden sind, wenigstens in ihrer inneren Hälfte und den Fortsätzen, pigmentirt; dann finden sich noch einzelne Zellen, bei denen allein der Kern frei ist, bald aber verschwindet auch dieser unter den die ganze Zelle gleichmässig erfüllenden Pigmentmassen, ein Zustand, der im dorsalen Pigmentepithel etwas früher, d. h. näher dem Augenbecherrande, erreicht wird, als in seinen ventralen Partieen.

Stadium V (11 mm). Taf. IV. Fig. 56.

Auf dieser Entwicklungsstufe zeigt das Pigmentepithel ebenfalls wenig Neues. Es hat eine Dicke von 0,0078 mm und seine Zellen senden gegen die Netzhaut hin Fortsätze aus, die jedoch die Länge von 0,002 mm niemals überschreiten.

Die ganze Schicht ist sehr stark pigmentirt; nur in den dem Augenbecherrande direckt benachbarten Teilen zeigen ihre Zellen, und zwar vorwiegend im ventralen Theile des Auges, gelegentlich einige freie Stellen, besonders schimmern unpigmentirte Kerne öfters durch. Es ist jedoch auch dann die Pigmentirung immerhin noch so stark, dass es meist unmöglich ist, die Zellgrenzen, also die Form der Pigmentepithelzellen, festzustellen.

Die Fortsätze sind, ganz unregelmässig, einmal bis zur Spitze pigmentirt, dann wieder nur zur Hälfte, oder auch gelegentlich vollständig pigmentfrei.

Stadium VI (13 mm). Taf. IV. Fig. 57.

Auch jetzt lassen sich im Pigmentepithel keine wesentlichen Veränderungen constatiren. Seine plattenförmigen Zellen haben eine Dicke von 0,007; ihre Breite (und zugleich Länge) beträgt 0,0089 mm. Sie besitzen ellipsoidische Kerne von 0,0052 mm Länge und 0,0033 mm Dicke.

Die Fortsätze gegen die *Retina* hin sind ziemlich bedeutend und erreichen nicht selten eine Länge bis zu 0,0029 mm.

Die Pigmentirung ist sehr stark und in der ganzen Ausdehnung der Schicht gleichmässig. Nur um den austretenden Sehnerven herum finden sich einige wenige Pigmentzellen, die wenigstens einzelne pigmentfreie Stellen zeigen: einmal ist der Kern frei, dann wieder die ganze äussere, gelegentlich, aber selten, auch die innere Hälfte der Zellen selbst, während der Rest mit Pigment angefüllt ist. Auf die Zellfortsätze erstreckt sich dasselbe beinahe gar nicht.

Die Zellen des Pigmentepithels liegen dicht aneinandergedrängt und lassen nur zuweilen einen schmalen Raum, der den über den *Margo limitans externus* hinausgewachsenen Stützfasern der *Retina* den Durchtritt ermöglicht, zwischen sich offen.

Stadium VII (17 mm). Taf. V. Fig. 58.

Das Pigmentepithel hat hier eine Dicke von 0,0111 mm im Augenhintergrund. Es ist so stark mit Pigment beladen, dass es unmöglich ist, Maſse für Zellen und Kerne anzugeben. Letztere scheinen zwar gelegentlich durch das Pigment durch, jedoch immer nur ganz undeutlich. Nach der Sehzellschicht hin schicken die Zellen des Pigmentepithels starke Fortsätze, die eine Länge von 0,0044 mm im Maximum erreichen und entweder vollständig, oder wenigstens bis zur Hälfte ihrer Länge pigmentirt sind.

Im Iristheile, an der Stelle, wo man die erste Anlage eines Corpus ciliare vermuthen könnte, schwillt das Pigmentepithel vorübergehend auf dorsal 0,0286, ventral 0,0275 mm Stärke an.

Stadium VIII (19,7 mm).

Auch jetzt lässt sich wegen der durchweg starken Pigmentirung über die Zellen des Pigmentepithels und ihre Kerne nichts sagen. Die Schicht hat im Augenhintergrund eine Dicke von 0,0105 mm. Ihre Zellen senden Fortsätze mit einer Maximallänge von 0,0059 mm aus, die stets bis zur Hälfte ihrer Ausdehnung pigmentirt sind. Zwischen den Fortsätzen zeigen sich deutlich die abgerissenen Enden der Stützfasern, die dann im Pigmentepithel verschwinden.

In der Ciliarkörperanlage, von der sich aber nur dorsal eine Andeutung constatiren lässt, gewinnt das Pigmentepithel für eine kurze Strecke seines Verlaufes eine Stärke von 0,0455 mm.

Stadium IX (22,3 mm). Taf. V. Fig. 59.

Auf vorliegender Entwicklungsstufe ist das Pigmentepithel ebenfalls wieder fast durchweg so stark pigmentirt, dass es unmöglich ist, Form und Dimensionen seiner Zellen festzustellen. Nur im Augenhintergrunde finden sich zuweilen kleine Partieen, in denen die Pigmentirung etwas schwächer auftritt, so dass gelegentlich die Kerne, da und dort auch Zellgrenzen, durchschimmern. Die Maſse, die ich im Folgenden angebe, sind solchen Stellen entnommen, doch sind sie immerhin mit Vorsicht aufzunehmen, da das Pigment auch an den dünnsten Stellen seines spärlichsten Vorkommens immer noch dicht genug war, ein absolut genaues Messen zu verhindern. Die Zelle hat eine Länge von 0,0118, eine Dicke von 0,0086 mm. Ihr Kern ist 0,0081 mm lang und 0,0049 mm dick. Die Fortsätze der Zellen erreichen nur in wenigen Fällen die Maximallänge von 0,0029 mm, meist bleiben sie dahinter etwas zurück. Da das Pigment sich bis 0,0023 mm weit auf die Fortsätze erstreckt, so finden sich nur selten unpigmentirte Spitzen derselben.

Sehr reichlich ist die Pigmentirung vor Allem in den Iristheilen des Pigmentepithels, das hier gegenüber den Partieen des Augenhintergrundes auch viel stärker geworden ist. Es misst z. B. dorsal in der Gegend des proximalen Irisrandes 0,02 mm in der Dicke und wächst 0,065 mm vom freien Irisrande entfernt vorübergehend sogar noch etwas mehr an. Ventral beträgt die Stärke des Pigmentepithels im Iristheile, eine vorübergehende Anschwellung auf 0,0312 mm abgerechnet, im Allgemeinen etwa 0,019 mm.

An den weniger stark pigmentirten Stellen des Augenhintergrundes lässt sich zuweilen der Durchtritt der Müller'schen Fasern zwischen den Zellen des Pigmentepithels sehr deutlich verfolgen.

Stadium X (27,5 mm). Taf. V. Fig. 60.

Das Pigment erfüllt auch hier die Schicht meistens in so dichten Massen, dass eine genaue Feststellung der Form etc. ihrer Zellen nur sehr schwer durchführbar ist, die nachstehend gegebenen Maſse können daher ebenfalls nur Anspruch auf annähernde Richtigkeit erheben.

Die Zelle ist danach 0,0099 mm lang, resp. breit; ihre Dicke, wodurch diejenige der ganzen Schicht bedingt ist, beträgt 0,0086 mm. Die Kerne sind 0,0056 lang (breit) und 0,0039 mm dick. Die Zellen senden gegen die *Retina* hin Fortsätze aus, von denen die bedeutendsten — und zwar sind diese sehr zahlreich — eine Länge von 0,0098 mm besitzen. Das Pigment der Zelle ist in den Fortsätzen ca. 0,0026 mm weit vorgedrungen, der Rest der letzteren ist stets absolut pigmentfrei. Zwischen den Fortsätzen finden sich zahlreiche Stücke abgerissener Müller'scher Fasern, die sich von den ersteren stets deutlich durch ihre scharfe Doppelcontourirung unterscheiden, doch lässt die starke Pigmentirung des Pigmentepithels, sowie der benachbarten Theile der *Chorioidea* leider nichts von ihrem weiteren Verlaufe erkennen. Die Stärke des Pigmentepithels bleibt bis zur Iris hin im ganzen Bulbus dieselbe. Ueber die Modifikationen, welche die Schicht im Gebiete der Regenbogenhaut erleidet, vgl. den betr. Abschnitt.

Stadium XI (32 mm). Taf. V. Fig. 61.

Die Pigmentirung der Schicht ist bei diesem Stadium so stark und dicht, dass sich die Maſse der Zellen und Kerne unmöglich mehr auch nur mit annähernder Sicherheit feststellen lassen. Die

Dicke des Pigmentepithels beträgt 0,0081 mm. Die Fortsätze seiner Elemente gegen die Sehzellen hin haben eine Gesammtlänge von 0,0052 mm, wovon 0,0015 mm mit Pigment erfüllt sind. Die der Schicht scheinbar anhängenden abgerissenen Stücke von Stützfasern sind ziemlich zahlreich, doch lässt sich über ihre Beziehung zu der Schicht resp. zu hinter derselben liegenden Gewebstheilen auch auf dieser Entwicklungsstufe wegen der Dichtheit des Pigments absolut nichts feststellen.

Das erwachsene Thier. Taf. V. Fig. 62.

Die Stärke des Pigmentepithels im Augenhintergrund ist sehr schwankend. Sie bewegt sich innerhalb der Grenzen 0,0083 und 0,0178 mm. Auch ein Vergleich der Stärke des Pigmentepithels mit der Länge der Augachse ergiebt kein auch nur annähernd gleichmässiges Verhältniss. Man erhält dabei Zahlen wie 1 : 21,51; 1 : 45,8; 1 : 63,7; 1 : 83,7 ja sogar 1 : 124,7.

Das Pigmentepithel wird stets aus einer einzigen Lage grosser Zellen gebildet. Ueber die Form der Zellen lässt sich nur in ganz seltenen Fällen etwas aussagen, da die Pigmentirung fast immer so dicht ist, dass sie die ganze Haut gleichmässig erfüllt. Immerhin kommen gelegentlich pigmentärmere Stellen vor, an denen dann die Umrisse der Pigmentepithelzellen durchschimmern. So hatten z. B. in einem Falle dieselben eine Länge (und Tiefe) von 0,01 mm, ihre Dicke, wodurch die Stärke der ganzen Haut gegeben ist, betrug 0,0083 mm; die Kerne besassen eine Dicke von 0,0044, bei 0,0065 mm Länge und Tiefe. In einem anderen Falle zeigten die Kerne die Verhältnisse 0,007 : 0,0041 mm, während die Dimensionen der Zellen selbst, mit Ausnahme der 0,0178 mm betragenden Dicke, sich nicht feststellen liessen.

Noch verschiedenartiger, als die Dicke der Zellen, also als die Stärke des Pigmentepithels, gestalten sich die Maſse der gegen die *Retina* gerichteten Zellfortsätze. Ihre Maximallänge schwankt nämlich zwischen 0,0063 und 0,014 mm. Im ersten dieser beiden extremen Fälle verhält sich die Länge der bedeutendsten Fortsätze zur Dicke des Pigmentepithels wie 1 : 2,35, im letzten wie 1,36 : 1, doch kommt auch das Verhältniss 1 : 1,46 oder 1,18 nicht selten vor. Es besteht also auch hierin anscheinend nicht die geringste Regelmässigkeit.

Von dem Pigmente der Zelle hat sich stets ein Theil auf den Fortsatz ausgedehnt und dringt in diesem bei den einzelnen Augen mehr oder weniger weit gegen die Netzhaut hin vor. Der gesammte Fortsatz wird aber niemals von Pigment erfüllt, es bleibt vielmehr stets ein längerer, oder kürzerer Distalabschnitt frei. Der pigmentirte Theil des Fortsatzes hat bei den verschiedenen Exemplaren ebenfalls sehr verschiedene Länge. Er schwankt zwischen den äussersten Grenzen von 0,0013 und 0,0055 mm. Eine Vergleichung des pigmentirten Theiles des Fortsatzes mit der Gesammtlänge des letzteren ergiebt ebenfalls kein constantes Verhältniss, wenn dabei die Schwankungen auch erheblich geringer sind, als in den eben beschriebenen Augen. Man erhält nämlich die Zahlen 1 : 1,89; 1 : 2,4, seltener 1 : 2,86; in einem einzigen Falle stellte sich das Verhältniss auf 1 : 5.

Die Fortsätze reichen mit ihren Enden jedenfalls zwischen die Sehzellen hinein. Wie weit sie aber dabei vordringen, vermag ich nicht zu sagen, da in Folge Schrumpfung die Netzhaut sich immer vom Pigmentepithel zurückgezogen hatte.

Zusammenfassung.

Das Pigmentepithel entsteht ausschliesslich aus dem äusseren Blatte der secundären, also ungefähr aus der proximalen Hälfte der primären Augenblase. Es besteht von Anfang, d. h. von der Zeit an, wo die Einstülpung der *Retina* vollendet worden ist, aus einer einfachen Lage mit grossen Kernen versehener, grosser Zellen, die, enge aneinandergelegt, eine sehr regelmässig verlaufende Schicht bilden und, abgesehen von gelegentlichen Schwankungen, im Verlaufe der Entwicklung an Grösse allmählich zunehmen.

In den vorderen Augenpartieen trägt das Pigmentepithel zum Aufbau der Iris und des Ciliarkörpers bei. (Näheres hierüber cfr. in den betreffenden Abschnitten.)

Auf niederer Stufe besitzt die Haut noch keine Spur von Pigment. Bald aber beginnen ihre Zellen, und zwar stets zunächst in ihrem inneren, der *Retina* zugekehrten Theile, solches zu bilden. Es geht diese Entwicklung vom Augenhintergrunde, dorsal vom Opticusaustritte, aus und setzt sich von hier immer zunächst in der dorsalen Hälfte des Pigmentepithels gegen den distalen Augenpol hin fort. Dann beginnt sich auch die ventrale Hälfte der Schicht, ebenfalls von der Gegend des Sehnerven aus, zu pigmentiren, und bald ist das ganze Pigmentepithel von Pigment erfüllt, und zwar so dicht, dass meist die Form seiner Zellen vollständig verdeckt wird. Oft verbreitet sich ausserdem das Pigment noch auf Theile der angrenzenden Schichten, der Augenkapsel, resp. der *Chorioidea*.

Die der *Retina* zugekehrte Fläche der Pigmentepithelzellen ist anfangs ganz glatt. Bald aber beginnen sich von hier aus Zellfortsätze gegen die Sehzellschicht hin zu entwickeln, die anfangs ganz kurz sind, allmählich aber immer länger und stärker werden. Freilich vollzieht sich dieses Wachsthum keineswegs in ungestörter Regelmässigkeit, es kommt vielmehr recht häufig vor, dass ein jüngeres Stadium längere, ein älteres kürzere Ausläufer besitzt, im Allgemeinen kann aber doch, wie gesagt, eine Längezunahme derselben mit fortschreitender Ausbildung des Auges constatirt werden.

Das Pigment des Pigmentepithels setzt sich in diese Ausläufer hinein fort. Auf niederen Entwicklungsstufen, wo dieselben noch klein sind, werden sie in der dorsalen Hälfte des Pigmentepithels meist in ihrer ganzen Ausdehnung von Pigment erfüllt, während sie in der ventralen, die ja überhaupt in Bezug auf Pigmentbildung viel weiter zurücksteht, ganz frei davon sind. Bei höher entwickelten Embryonen und beim erwachsenen Thiere ist stets die Spitze der Fortsätze pigmentfrei; eine Grenze, bis zu welcher das Pigment in denselben distalwärts vordringt, lässt sich aber unmöglich feststellen. Bei dem einen Individuum ist ein grösserer, bei dem andern ein kleinerer Theil des Ausläufers pigmentirt. Stets jedoch reicht das Pigment in allen Ausläufern desselben Thieres ungefähr gleichweit distalwärts. Eine Ausnahme machen hievon nur die frühesten Embryonalstufen, auf welchen, wie gesagt, die ungleich langen, in Bildung begriffenen Fortsätze in ihrer ganzen Ausdehnung mit Pigment erfüllt sind. Auch kommt es hier vor, dass die in dieser Beziehung ja weiter fortgeschrittene dorsale Hälfte des Pigmentepithels schon ganz gleichmässige Pigmentausbreitung zeigt, und zwar bis zu einer bestimmten Grenze auch in den Ausläufern, während in der ventralen Hälfte die Pigmentbildung erst begonnen hat, und nur der innere Abschnitt der Zellen, jedoch sammt den ganzen Fortsätzen, pigmentirt ist.

Der verschiedene Grad der Pigmentirung dieser Zellfortsätze ist nun, wenigstens was das ausgebildete Thier betrifft, zweifellos auf den verschiedenen Grad der Belichtung des Auges im Momente des Todes zurückzuführen. Das Pigment des Pigmentepithels nähert sich, wie längst nachgewiesen, bei starker Belichtung den Sehzellen mehr und benützt als Bahn für diese Bewegung die, selbst unbeweglichen, Fortsätze der Zellen. Bei schwacher Belichtung zieht sich das Pigment zurück. Diejenigen Maulwürfe, die eine starke, weit distalwärts vorgedrungene Pigmentirung jener Ausläufer zeigen, wurden bei stärkerer Beleuchtung getödtet, als andere, bei denen das Pigment nur wenig in die Fortsätze eingetreten erscheint.

Aber auch für die Embryonen scheint mir die verschieden starke Pigmentirung auf dieselbe Ursache zurückzuführen sein. Ich muss betreffs ihrer vorausschicken, dass sie oft ganz frisch getödteten Mutterthieren entnommen wurden, also sehr wahrscheinlich grösstentheils noch am Leben waren und erst in der Conservirungsflüssigkeit abstarben. Ihr Auge war also von Lichtstrahlen getroffen worden und das Pigment der Pigmentlamelle nahm in Folge dessen seine Lichtstellung ein. Andere Embryonen waren schon im Uterus, also in der Dunkelheit, gestorben, in Folge dessen wird das Pigment ihrer Augen die Dunkelstellung aufweisen.

Als Thatsache, welche diese Annahme unterstützt, dient der Umstand, dass bei den grössten Embryonen, die theils lebend, theils todt der Mutter entnommen wurden, stets Dunckelstellung vorhanden war, da ja bei diesen Stadien die Lidspalte durch einen starken Propf geschlossen ist, der dem Lichte immerhin ein bedeutendes Hinderniss entgegenstellt, so dass also, auch wenn die Thiere lebend ans Tageslicht gekommen waren, der Lichtstrahl auf ihr Pigmentepithel keine Wirkung ausüben konnte. Niedrigere Stadien, mit ganz, oder theilweise offener Lidspalte, zeigen Licht- oder Dunkelstellung, je nachdem die Mutter kürzere, oder längere Zeit getödtet war, die Embryonen also lebend, oder todt aus dem Uterus genommen worden waren.

Wie weit die Fortsätze der Pigmentepithelzellen an die Sehzellen resp. die *Limitans externa* heranreichen, vermag ich leider in keinem Falle mit Bestimmtheit anzugeben. Das Auge war stets durch die Einwirkung der Reagenzien etwas geschrumpft und die *Retina* dadurch vom Pigmentepithel zurückgetreten, ohne dass es möglich wäre, anzugeben, wie weit der zwischen Retina und Pigmentepithel liegende freie Raum auf diese Ursache zurückzuführen ist, und in wie weit man es mit einem wirklich vorhandenen Reste der primären Augenhöhle zu thun hat. Auch die Untersuchung am frischen Material ergab in dieser Beziehung kein Resultat. Ich habe mich daher genöthigt gesehen, in den Abbildungen das Pigmentepithel eben soweit von der *Retina* entfernt zu halten, wie es sich in meinen jedesmaligen Präparaten darstellt, ohne dass ich damit sagen wollte, dass die in der Zeichnung festgehaltene Distanz auch der Wirklichkeit entspreche.

Retina.

Stadium I (4,5 mm). Taf. IV. Fig. 52.

Das Sehorgan ist hier bereits auf der Stufe der secundären Augenblase und unterscheidet sich in keinem wesentlichen Punkte von demjenigen anderer, ungefähr gleich alter Säugerembryonen. Die beiden Augen zeigen gegen einander keine Verschiedenheit, sind also augenscheinlich in der Entwicklung ganz gleichmässig fortgeschritten.

Im Augenhintergrund besitzt die Netzhaut (exclusive Pigmentepithel) an ihrer dicksten Stelle eine Mächtigkeit von etwa 0,0407 mm. Gegen vorn, d. h. gegen den Augenbecherrand hin, nimmt ihre Stärke allmählich ab; sie misst indessen kurz vor der Umbiegungsstelle, also direkt vor dem Uebergang in das Pigmentepithel, noch 0,0182 mm. Die *Retina* zeigt auf der vorliegenden Stufe noch so gut, wie gar keine Differenzirung in einzelne Schichten. Man kann in ihr zwar zweierlei zellige Elemente: nervöse und bindegewebige unterscheiden, doch sind dieselben so durcheinander gemischt, dass auf Grund ihrer Anordnung hin, wie gesagt, von einer Differenzirung der *Retina* nicht die Rede sein kann. Man darf höchstens sagen, dass im äusseren, proximalen Theile der Netzhaut die nervösen, im inneren, distalen die bindegewebigen Elemente häufiger anzutreffen sind.

Die Nervenzellen messen 0,0074 : 0,0066, ihre Kerne 0,0059 : 0,0048 mm. Auf der äusseren Fläche der Netzhaut zeigen sie eine etwas regelmässigere Anordnung. Sie drängen sich nämlich hier zu einer ziemlich gleichmässigen Lage, die niemals durch Bindegewebszellen unterbrochen wird, zusammen. Besondere Differenzirung zeigen die Nervenzellen indessen weder hier, noch in den tieferliegenden Netzhautpartieen, wo sie, ganz ohne erkennbare Anordnung zerstreut, bald durch weite Zwischenräume von einander getrennt, bald wieder zu dichter gedrängten Gruppen vereinigt erscheinen. Hier, und zwar je mehr der distalen Netzhautfläche genähert in umso höherem Grade, sind die nervösen Elemente häufig untermischt mit bindegewebigen, die theils durch Zellen, theils durch Fasern dargestellt werden. Besonders das innerste Drittel der *Retina* besteht zum weitaus grössten Theile aus Bindegewebsfasern, die in unmittelbarem Zusammenhang mit den Bindegewebsmassen stehen, welche den Augenbecherraum erfüllen und einen Theil der ersten Glaskörperanlage bilden. (Taf. I, Fig. 2.) Dieser Zusammenhang ist ein so fester und inniger, dass kein Zweifel darüber bestehen kann, dass die stützenden Elemente der Netzhaut — Fasern wie Zellen — von jenen Massen des Glaskörperraumes direkt herstammen, also mesodermalen Ursprungs sind. Eine Abgrenzung des retinalen Bindegewebes gegen das vitreale existirt auf der vorliegenden Entwicklungsstufe nicht; nur ganz schwache Andeutungen davon, in Form einzelner, in horizontaler Richtung eingebogener, unter einander verflochtener und verfilzter Bindegewebsfasern lassen sich an einigen wenigen Stellen constatiren und bilden so die erste Spur einer Sonderung zwischen Netzhaut und Glaskörper, die, wie gesagt, im Uebrigen nicht vorhanden ist.

Bei den Präparaten zeigt sich häufig eine scheinbar deutliche innere (distale) Begrenzung der *Retina* (Taf. II, Fig. 20) in der Art, dass diese, aus dicht gedrängten Zellen und Fasern gebildet, sich scharf gegen den anscheinend leeren, d. h. von zelligen und faserigen Elementen freien Hohlraum des Augenbechers absetzt. Doch ist eine solche Begrenzung eben nur scheinbar. Von der, distal von dem Hauptcomplex der Nervenzellen gelegenen, vornehmlich aus Bindegewebsfasern bestehenden Schicht der *Retina* ragen stets eine Menge der letzteren, wie abgerissen in den „leeren" Glaskörperraum hinein. In der Nähe der Linse hat sich dann meist noch ein Haufen Bindegewebe zusammengeballt, von dem aus ebenfalls stets eine Menge ganz ähnlicher abgerissener Fasern in den Augenbecher hineinragen, so dass man sich der Ansicht nicht verschliessen kann, dass die beiderseitigen Bindegewebsmassen im Zusammenhange gewesen und nur durch äussere Einwirkungen, wobei man in erster Linie an Schrumpfungserscheinungen zu denken hätte, von einander getrennt worden seien. Für die Richtigkeit dieser Annahme sprechen dann wieder andere Stellen, wo jene Verbindung erhalten geblieben ist.

Eine *Membrana limitans externa* existirt so wenig, wie eine *Membrana limitans interna*. Die proximale Grenze der Netzhaut wird vielmehr lediglich durch die hier, wie bemerkt, etwas dichter gelagerten nervösen Zellen und die protoplasmatische Grundsubstanz gebildet. Letztere zeigt ihrerseits noch keine Spur einer Verdichtung gegen die Aussenfläche der *Retina* hin.

Sämmtliche beschriebenen Netzhautelemente liegen in einer durch sehr gleichmässig vertheiltes freies Protoplasma gebildeten Masse gleichsam eingebettet. Im distalen Drittel der Netzhaut finden sich in dieser Grundsubstanz vereinzelte kleinere, oder grössere Kernchen, die aus gröberem und dichter gedrängtem Protoplasma gebildet werden. Es handelt sich dabei um Elemente, die im Zerfall begriffen sind und augenscheinlich zu der, in Folge Wachsthums der ganzen Netzhaut nothwendig werdenden Vermehrung der Grundsubstanz dienen. Ob diese zerfallenden Kerne nervöser oder bindegewebiger Natur sind, lässt sich nicht mit Sicherheit entscheiden. Es scheint mir jedoch ihre Form (stets mehr rundlich, niemals langgestreckt) und dann auch die Art, wie sie auf die angewandten Färbemittel reagirten, es ziemlich wahrscheinlich zu machen, dass man es dabei mit nervösen Elementen zu thun hat.

Die Bindegewebsfasern dringen in die Tiefe der Netzhaut und reichen vereinzelt bis an die äusserste, proximale Lage der Nervenzellen: niemals jedoch dringen sie in diese Lage hinein. Sie ziehen sich sehr unregelmässig, stark gewellt nach jeder Richtung hin: von dem gestreckten Verlaufe, wie er z. B. den späteren Müller'schen Fasern eigen ist, lässt sich noch absolut nichts bemerken.

Blut habe ich in der Netzhaut selbst niemals angetroffen.

Stadium II (6,7 mm). Taf. IV. Fig. 53.

Die Netzhaut ist auch auf dieser Entwicklungsstufe noch deutlich erkennbar als inneres Blatt der secundären Augenblase, während das Pigmentepithel das äussere bildet. Sie hat im Augenhintergrunde, d. h. an ihrer dicksten Stelle, eine Mächtigkeit von 0,0429 mm und nimmt gegen den Augenbecherrand hin nur ganz allmählich an Stärke ab. Eine Schichteneintheilung lässt sich in ihr noch nicht durchführen, doch hat sich der schon bei dem vorigen Stadium erkennbare, vorwiegend bindegewebige Theil gegenüber dem dort hauptsächlich aus Nervenzellen gebildeten jetzt insofern weiter differenzirt, als ersterer, im Augenhintergrund 0,0167 mm stark, nunmehr ganz frei von nervösem Gewebe ist, man müsste denn einzelne sich in ihm vorfindende, in weit vorgeschrittener Auflösung begriffene Kernchen als solche in Anspruch nehmen. Diese letzteren haben sehr schwankende Grösse, sind aus ziemlich grobem Protoplasma gebildet und erheblich häufiger, als beim vorigen Stadium. Die innere Netzhautabtheilung besteht in der Hauptsache aus Bindegewebsfasern, die grösstentheils mit Zügen der Glaskörperanlage in Verbindung verblieben sind. Ein kleiner Theil der Fasern, der jenen Zusammenhang verloren hat, hat sich indessen jetzt an der distalen Netzhautgrenze stellenweise mit seinen Enden zu einer Art Flechtwerk zusammengethan, das die innere Retinafläche bedeckt. (Taf. V, Fig. 64.) Die so vereinigten Fasern haben also zu den Faserelementen des Vitreum ihre direkten Beziehungen aufgegeben, in die *Retina* hinein setzen sie sich jedoch, ganz wie die übrigen, fort.

Die mesodermalen Faserzüge der Netzhaut durchziehen diese im Wesentlichen in radiärer Richtung, doch kommen auch noch häufige Verzweigungen derselben vor, die, vorübergehend, oder dauernd, irgend welche andere Direktion annehmen können. Auch die radiär verlaufenden sind keineswegs gerade gestreckt, sondern sehr stark gewellt und nach allen Seiten hin gebogen, zeigen also gegenüber ihrem Verhalten beim nächst jüngeren Embryo so gut, wie gar keine Veränderungen: Einzelne Enden haben jetzt bereits den proximalen Rand der Netzhaut erreicht.

Die Bindegewebszellen sind im inneren Theile der *Retina* wenig zahlreich, sehr reichlich finden sie sich jedoch in der äusseren, proximalen Parthie derselben, wo sie sich häufig bis zwischen die Elemente der äussersten Zellenlage hinein vorgeschoben finden.

Die äussere, vorwiegend nervöse Parthie der *Retina* ist im Augenhintergrunde 0.0262 mm mächtig. Sie setzt sich, abgesehen von den dazwischengestreuten Bindegewebszellen, aus drei, höchstens vier Lagen nervöser Zellen zusammen, von denen jedoch nur die den proximalen Rand einnehmende einen bestimmten Bau zeigt. Die übrigen Nervenzellen liegen unregelmässig, bald zwei, bald drei hintereinander, und sind auch hinsichtlich ihrer gegenseitigen Abstände den weitgehendsten Schwankungen unterworfen. Sie haben rundlich-ovale Gestalt; ihre lange Achse ist stets annähernd senkrecht zur Fläche der Netzhaut gerichtet. Sie messen 0.0081 : 0.0044, ihre Kerne 0.0059 : 0.0037 mm.

Anders verhalten sich die Elemente der proximalsten Zellenlage. Diese sind stets zu einer einfachen Schicht angeordnet, die nur durch gelegentlich sich dazwischen schiebende Bindegewebszellen oder Enden von Bindegewebsfasern unterbrochen wird. Sonst stehen ihre Zellen dicht gedrängt, die lange Achse stets nahezu senkrecht zur Oberfläche der *Retina* verlaufend. Auch die Zellen der Grenzschicht zeigen im Allgemeinen noch keine besondere Differenzirung, doch sind sie in dieser Hinsicht augenscheinlich sehr ungleich weit entwickelt. Während viele von ihnen gegenüber den soeben beschriebenen Elementen der tiefer gelegenen Netzhautparthieen fast gar keinen Unterschied erkennen lassen, haben andere bereits angefangen, sich proximalwärts etwas zu verlängern und reichen dann mit ihren Enden bis an den gleich zu erwähnenden *Margo limitans externus* heran: Einzelne besonders weit vorgeschrittene Zellen dieser Kategorie sind bereits soweit ausgewachsen, dass sie über denselben hinausragen. Während bei den am weitesten zurückgebliebenen Sehzellen, — denn mit solchen hat man es hier zweifellos zu thun — der proximale Pol von dem proximalen ihres Kernes durchschnittlich etwa 0,0011 mm entfernt ist, beträgt diese Distanz bei den am meisten entwickelten 0,0033 mm, es ergiebt sich also bereits eine Verlängerung des proximalen Zellabschnittes auf das Dreifache. Diese weitestentwickelten Zellen haben, in seltenen Fällen, auch schon angefangen, sich am distalen Pole in eine scharfe Spitze auszuziehen, ohne jedoch mit Elementen der tieferen Netzhautlagen noch irgendwie in direktem Zusammenhang zu stehen. Eine Differenzirung im Inneren der Sehzellen zeigt sich nur insofern, als dieselben in ihren verlängerten, proximalen Polen von etwas dichterem Protoplasma erfüllt scheinen. Diese dunklere Parthie geht aber ohne jede Grenze, ganz allmählich in den von sehr feinem hellerem Protoplasma gebildeten unveränderten Zellkörper über.

Der erwähnte *Margo limitans externus* wird lediglich durch die Grenze der protoplasmatischen Zwischensubstanz gebildet. Er verläuft ziemlich regelmässig, nur ganz schwach gewellt. Eine Verdichtung der Zwischensubstanz am Margo lässt sich nicht nachweisen.

Stadium III (8,5 mm). Taf. IV. Fig. 55.

Im Augenhintergrund hat die Netzhaut eine Stärke von 0.0555 mm; gegen den distalen Pol zu nimmt sie nur ganz allmählich ab, so dass sie z. B. dorsal, kurz vor der Umbiegung von *Retina* im Pigmentepithel, noch etwa 0.0208 mm misst.

Es lassen sich in der Netzhaut dieses Stadiums vor Allem zwei Hauptheile unterscheiden, und zwar nunmehr mit viel grösserer Schärfe, als bisher: ein äusserer, vorwiegend nervöser, und ein innerer, vorwiegend bindegewebiger. Der erstere ist im Augenhintergrunde 0,0296 mm stark, der letztere hat eine Mächtigkeit von 0,0259 mm. Die Hauptmasse des ersteren machen die Kornzellen aus, die seine mittleren beiden Viertheile aufbauen. Der äussere, proximale Rand der Netzhaut wird von einer einfachen Schicht etwas regelmässiger angeordneter Zellen gebildet, die man jetzt nach Lage und ganzem Aussehen unbedingt als Sehzellen bezeichnen kann. Dieselben haben verschiedenartige Grösse (im Maximum 0,0087 : 0,0052, ihr Kern 0,0052 : 0,0037 mm) und Form, doch herrscht im Allgemeinen die Gestalt ellipsoidischer Körper mit zur Oberfläche der Netzhaut senkrecht stehender Längenachse vor. Sie zeigen meist geringfügige Auswachsungen ihres proximalen Poles, gewöhnlich in Form niedriger gewölbter Kuppen, die zum Theil über die Grenze der protoplasmatischen Zwischensubstanz hinausragen, in der Mehrzahl der Fälle jedoch dieselbe nicht erreichen. Nach der Tiefe der Netzhaut zu gerichtete Auswüchse oder Fortsätze besitzen diese Zellen niemals und demgemäss auch keine direkte Verbindung mit dort sich findenden anderweitigen Elementen. Eine Differenzirung im Inneren der Sehzellen ist insofern vorhanden, als öfters der ausgewachsene Theil von etwas trüberem Protoplasma erfüllt wird. Dieser dichtere Abschnitt hat dann meist eine Form, die sich auf der Länge nach geschnittenen Sehelementen als halbmondförmige Endparthie darstellt, welche, seltener mit allmählichem Uebergang, öfter ziemlich unvermittelt, wenn auch ohne allzu scharfe Grenze, in den übrigen Zellenleib sich fortsetzt.

Die Grenze der protoplasmatischen Zwischensubstanz der Netzhaut verläuft sehr unregelmässig gewellt. Sie ist etwas verdichtet und mag als *Margo limitans externus* bezeichnet werden.

Auch die Körnerzellen sind nicht immer von denselben Dimensionen, doch zeigen sie entschieden in dieser Hinsicht eine grössere Regelmässigkeit, so dass man bei ihnen als durchschnittliche Achsenlänge 0,0066 : 0,0061, für den Kern 0,0048 : 0,0044 mm festhalten kann. Die Richtung ihrer langen Achse ist höchst verschiedenartig: für die äussersten, den Sehzellen am meisten genäherten Kornzellen verläuft dieselbe noch annähernd senkrecht zur Oberfläche der Netzhaut, also parallel zur Längenachse der Sehzellen, bei den tiefer gelegenen jedoch lässt sich in dieser Hinsicht absolut keine bestimmte Anordnung mehr erkennen. Auf Grund dieses, allerdings geringfügigen Unterschiedes hin könnte man vielleicht schon auf vorliegender Entwicklungsstufe eine Trennung der Körnerschicht in eine äussere, welcher die etwas gleichmässiger angeordneten Kornzellen angehören würden, und eine innere, zu welcher die distal davon gelegenen, einer solchen Anordnung entbehrenden zu zählen wären, durchführen.

Den distalen Rand des äusseren Retinatheiles bilden ganz anders geartete Zellen. Dieselben sind stets kugelig mit einem Durchmesser von 0,0082 mm; ihr Kern hat einen solchen von 0,0061 mm. Sie haben nach allen Seiten, besonders jedoch proximal- und distalwärts, höckerartige Auftreibungen, die in einzelnen Fällen bereits zu deutlichen, freilich noch sehr kurzen Fortsätzen geworden sind. Sie zeigen unverkennbar ganglionären Typus und sehe ich in ihnen die „inneren Ganglienzellen.“ Zwischen ihnen und den Körnerzellen finden sich ausserdem ziemlich häufig noch andere zellige Elemente, die einerseits mit den Körnern, andrerseits mit den eben geschilderten Ganglienzellen Aehnlichkeit haben. Sie sind etwas grösser, als die Kornzellen, und ihre Form nähert sich der Kugel mehr, als bei diesen. Ihre Zellmembran zeigt, wie bei den inneren Ganglienzellen, höckerartige Auftreibungen nach allen Seiten, jedoch, was Zahl und Grösse betrifft, in viel geringerem Maſse auffallend, als dort. Es sind allem Anscheine nach Zwischenstufen zwischen den jedes ganglionären Aussehens entbehrenden, weiter distal gelegenen Körnerzellen und den bereits deutlich als solche erkennbaren, inneren Ganglienzellen, welche letzteren also demnach als in bestimmter Richtung weiter entwickelte Körnerzellen zu betrachten sind. Die inneren Ganglienzellen finden sich jedoch an der angegebenen Stelle keineswegs im Bereiche der gesammten Netzhaut, sie sind vielmehr auf die den Augenhintergrund einnehmenden Theile derselben beschränkt; über das Niveau des Bulbusaequators reichen sie nicht hinaus. Etwas weiter in dieser Richtung finden sich auch die erwähnten Zwischenstufen, die ich als Reservezellen der inneren Ganglienzellen bezeichnen möchte, doch sind auch sie schon eine Strecke vor der proximalen Grenze des distalen Augendrittheils bereits nicht mehr anzutreffen.

Die innere Netzhautzone zeichnet sich vor der äusseren vor Allem durch eine gewisse Zellarmuth aus. Von nervösen Elementen treten an ihrem distalen Rande wohlentwickelte Ganglienzellen auf, die sich indessen auf die Umgebung des Opticusaustritts beschränkt finden und distalwärts nirgends über das proximale Bulbusdrittel hinausgehen. Sie haben kugelige Gestalt mit einem Durchmesser von 0,0089 mm; ihr entsprechend geformter Kern besitzt einen solchen von 0,0066 mm. Ihre proximalwärts gerichteten, höckerförmigen Auftreibungen sind in einzelnen Fällen zu deutlichen, kurzen Ausläufern geworden. Distalwärts senden sie stets einen einzigen, starken Fortsatz, der sofort im rechten Winkel umbiegt und parallel der inneren Retinafläche in der Richtung auf den Augenblasenstiel hinzieht: Dieser starke Fortsatz ist zweifellos als Sehnervenfaser, und die ihn aussendenden Zellen daher als Opticusganglienzellen aufzufassen.

Lateralwärts gerichtete Ausläufer, oder auch nur eine entfernte Andeutung von solchen, haben dieselben niemals.

Einzelne von den beschriebenen Ganglienzellen liegen nicht, wie die meisten anderen, in Nähe des distalen Retinarandes zu einer ziemlich regelmässigen Lage angeordnet, sondern finden sich mehr in die Tiefe der Netzhaut gerückt, zuweilen bis zur Mitte von deren innerer Hälfte. Diese, sonst in keiner Weise von den übrigen Opticusganglienzellen verschiedenen Elemente zeichnen sich dadurch aus, dass ihr distaler Hauptfortsatz nur in seltenen Fällen den distalen Netzhautrand erreicht, um dann mit den übrigen Opticusfasern hinzuziehen, sondern dass er sich nur bis etwa auf's Niveau des Aequators der anderen Opticusganglienzellen verfolgen lässt, dann aber plötzlich aufhört. Man hat es bei den dieses Verhalten zeigenden Zellen mit einer erst in der Entwicklung begriffenen Nervenfaser und einer auf noch tieferer Stufe stehenden Opticusganglienzelle zu thun.

Wie ich die Zwischenstadien zwischen Körner- und inneren Ganglienzellen als Reservezellen der letzteren bezeichnet habe, so möchte ich für die eben beschriebenen, unfertigen Opticusganglienzellen die Benennung Reserveopticusganglienzellen anwenden und damit in beiden Fällen Elemente bezeichnen, welchen die im Laufe des weiteren Augenwachsthums nothwendig werdende Verstärkung der betreffenden Retinaschichten als Aufgabe zufällt.

Ausser den beschriebenen nervösen Bestandtheilen besitzt die *Retina* auch bindegewebige, die ja schon beim vorigen Stadium vorhanden waren: nämlich Stützzellen und Stützfasern. Die ersteren sind durch die gesammte Netzhaut ziemlich gleichmässig vertheilt. Zwischen die Sehzellen sind sie nur in ganz seltenen Fällen eingedrungen und reichen dann niemals über den *Margo limitans* *externus* hinaus. Sie haben eine Länge von 0,0133, bei einer Breite von 0,0044 mm; ihre Kerne messen 0,0081 : 0,0029 mm.

Die Stützfasern sind in der inneren Abtheilung der *Retina* weit zahlreicher, vielfach verzweigt und stark gewellt, überhaupt in ihrer Richtung sehr unregelmässig. In der äusseren zeigen sie einen weit strafferen Verlauf, wenn sie auch noch lange nicht so geradegestreckt sind, wie wir sie bei grossen Embryonen und beim erwachsenen Thiere als fertige Müller'sche Fasern wiederfinden werden. In der inneren Netzhautparthie sind die Fasern den Stützzellen zuweilen nur angelegt, in der äusseren kommen ausschliesslich solche Fasern vor, die sich als einfache Auswachsungen der Stützzellenpole darstellen. Sie lassen sich häufig noch zwischen den Sehzellen hindurch verfolgen und ragen über den *Margo limitans externus* hinaus in den freien Raum zwischen Retina und Pigmentepithel hinein, ohne jedoch das letztere zu erreichen.

Am inneren Rande der Netzhaut hat sich stellenweise aus den verflochtenen und verfilzten Distalenden der retinalen Bindegewebsfasern eine feste Grenzschicht, die spätere *Membrana limitans interna* herausgebildet. Die Bezeichnung Membran verdient sie jedoch noch nirgends, da sie auf den ersten Blick deutlich ihre Zusammensetzung aus vielen, feinen Fasern erkennen lässt. Dieses Gebilde ist aber, wie gesagt, erst stellenweise deutlich, und zwar vorwiegend in dem distalen Theile des Bulbus. Die Stützfasern nehmen dann in irgend einem der die fragliche Anlage bildenden, feinen Bindegewebsfäserchen ihren Ursprung, ziehen sich zunächst, eine kurze Strecke weit dem inneren (proximalen) Rande der Gewebsschicht angelagert, parallel zu dieser hin und schlagen dann, unter mehr oder weniger scharfem Winkel umbiegend, ihren Weg quer durch die Netzhaut hindurch ein. Je näher dem Augenhintergrund, desto seltener trifft man deutliche Stücke der Limitans-Anlage und die Bindegewebsfasern der *Retina* stehen, wo sie fehlt, in deutlichem Zusammenhang mit den faserigen Bestandtheilen der peripherischen Glaskörperparthieen.

In der Gegend des Opticusaustritts, rings um diesen herum, hat sich zwischen den distalen Rand der *Retina* und die Anlage der *Limitans interna* eine Bindegewebsschicht, scheibenförmig, von schwankender, aber stets sehr geringer Ausdehnung, eingeschoben, die, wie deutlich erkennbar ist, ihr Material aus den Bindegewebsmassen der foetalen Augenspalte bezogen hat. Blutgefässe finden sich in dieser neuen Netzhautlage, wie ich mit Sicherheit behaupten kann, nicht vor.

Stadium IV (10 mm). Taf. IV. Fig. 55.

Nunmehr besitzt die Netzhaut im Augenhintergrunde eine Stärke von 0,0525 mm. Sie nimmt gegen den Augenbecherrand hin etwas ab, doch geschieht dies nur ganz allmählich; kurz vor der Grenze zwischen eigentlicher *Retina* und ihrem Iristheil, die sich schon auf dieser Entwicklungsstufe unschwer erkennen lässt, misst die Netzhaut noch dorsal 0,0221, und ventral 0,0286 mm.

Die Eintheilung in zwei Hauptschichten lässt sich auch jetzt noch aufrecht erhalten: es unterscheidet sich eine äussere, vorwiegend nervöse Schicht von einer inneren, an deren Aufbau Bindegewebselemente einen hervorragenden Antheil nehmen. Die äussere kann man nach den ihre grosse Masse ausmachenden Bestandtheilen als Körnerschicht schlechtweg bezeichnen. Für die innere hatte ich bei den früheren Stadien die Benennung „Bindegewebsfaserschicht" gebraucht; die nervösen Elemente treten aber nun, in Folge der starken Vermehrung der Ganglienzellen, dergestalt in den

Vordergrund, dass jener Name nicht mehr zutreffend erscheint: ich möchte an seine Stelle deshalb lieber die Bezeichnung: „Schicht der Bindegewebsfasern und Opticusganglienzellen" setzen, die freilich etwas schwerfällig klingt, aber meines Erachtens am ehesten noch das Wesen der Sache trifft.

Die Körnerschicht besitzt eine Gesammtstärke von 0,0348 mm. Die Körnerzellen, die, wie gesagt, zu ihrer Zusammensetzung das Meiste beitragen, haben ziemlich mannigfaltige Gestalt. Im Allgemeinen scheint die Kugelform vorzuherrschen, und die Zellen erreichen dann im Maximum einen Durchmesser von 0,0081, ihr Kern einen solchen von 0,0055 mm; daneben kommen indessen auch kleinere Zellen dieser Art vor. In zweiter Linie finden sich rundlich-ovale Körnerzellen von verschiedener Grösse. Die ansehnlichsten zeigen die Dimensionen 0,0086 : 0,0075 mm für die Zelle, 0,0059 : 0,0051 mm für den Kern. Die beiden Formen von Körnerzellen kommen bunt durcheinander gemischt vor; im Allgemeinen gewinnt man aber dabei doch den Eindruck, als ob die rundlich-ovalen in der Gegend der proximalen, die kugeligen in der Nähe der distalen Grenze der Schicht etwas dominiren würden.

Den proximalen Rand der Körnerschicht, und also der ganzen Netzhaut, nehmen in einfacher Lage die Sehzellen ein. Sie sind nun als solche grösstentheils ganz unzweifelhaft zu erkennen, vor Allem durch ihre proximalwärts gerichteten Auswachsungen. Diese haben bei den weiterentwickelten Elementen ebenfalls noch die Form eines kuppelförmigen Aufsatzes, doch ist derselbe jetzt viel höher geworden und stets von dichterem, dunklerem Protoplasma erfüllt, das sich gegen den helleren Inhalt der Zelle selbst scharf absetzt. An einzelnen, im Wachsthum ganz besonders vorausgeeilten Sehzellen hat sich diese Kuppel erheblich verlängert und zugespitzt, so dass ein kegelförmiges Gebilde als proximale Fortsetzung der Zelle entstanden ist. Ausschliesslich bei diesen Zellen erscheint zuweilen auch der distale Pol etwas zugespitzt, gelegentlich schon in einen ganz kurzen Faden ausgezogen, ohne dass jedoch dadurch eine Verbindung mit anderen Zellen hergestellt würde. Die innere Differenzirung ist für die Kegelzellen dieselbe, wie bei den Kuppelzellen: auch in ihnen ist der ausgewachsene Theil dichter, dunkler und damit gegen die übrige Zelle scharf abgesetzt, ohne dass jedoch die Grenze durch eine eigentliche Membran (die sich in den Schnittpräparaten als Linie darstellen müsste) markirt wäre.

Neben den beiden beschriebenen Arten finden sich auch noch weniger entwickelte Formen von Sehzellen. Es sind dies entweder flache Kuppelzellen, so, wie sie beim vorigen Stadium vorherrschten, oder auch Zellen, die noch gar keine Auswachsung erkennen lassen und sich lediglich durch eine leichte Trübung ihres proximalen Poles, sowie durch ihre etwas bedeutendere Grösse und ihre Lage von den benachbarten Körnerzellen unterscheiden.

Maſse anzugeben ist bei der grossen Verschiedenheit der Ausbildungsstufen, auf welchen die Sehzellen stehen, nicht möglich: Eine gewisse Regelmässigkeit zeigen nur die Kerne der hohen Kuppel- und der Kegelzellen, für welche man die Dimensionen 0,0074 : 0,0052 mm festzustellen im Stande ist. Ausserdem könnte man noch für die jüngsten, den Körnerzellen am ähnlichsten Sehzellen die Maſse 0,0087 : 0,0052, Kern 0,0069 : 0,0048 mm festhalten, doch sind damit eben nur Durchschnittswerthe gegeben, da sehr häufig bald grössere, bald kleinere Individuen dazwischen vorkommen. Um indessen doch einen ungefähren Begriff auch von den Sehzellen zu geben, verzeichne ich die Maſse der beiden Extreme, also der am weitesten entwickelten und der am meisten zurückgebliebenen Sehzellen, die ich constatiren konnte. Die höchst ausgebildete Kegelzelle hat eine Länge von 0,0131 mm. Davon kommen 0,0041 mm auf den von der übrigen Zelle deutlich abgesetzten Auswuchs. Die Dicke der

Sehzelle beträgt 0,0063 mm. Der eiförmige Kern zeigt die Maſse 0.0074 : 0,0052 mm. Die am wenigsten entwickelte Sehzelle zeigt Form und Maſse der Körnerzelle und ist ja offenbar auch nichts anderes, als eine solche.

Die Schicht der Sehzellen verläuft übrigens sehr unregelmässig. Bald liegen die Elemente unmittelbar am Rande der Netzhaut und berühren denselben mit dem proximalen Pole ihrer Auswachsungen, bald ragen sie mit demselben darüber hinaus, oder aber erreichen ihn lange nicht. Eine Regel lässt sich auch hierin nicht erkennen. Zwar sind es immer die am weitesten entwickelten, also die Kegelzellen, die auch am weitesten in den Raum zwischen Retina und Pigmentepithel hineinreichen, im Uebrigen aber kann hier einmal eine noch ganz unentwickelte Sehzelle hart an der Grenze der Netzhaut liegen, während eine hohe Kuppelzelle weit dahinter zurückbleibt, und dicht daneben kann dann das umgekehrte Verhältniss in Erscheinung treten. Eine gewisse Gesetzmässigkeit zeigt nur die Richtung der Zellen: ihre lange Achse verläuft stets ganz, oder doch nahezu senkrecht zur Netzhautfläche: eine Ausnahme davon machen allein einige der jüngsten, wenigstentwickelten Sehzellen, deren lange Achse zuweilen eine Neigung bis zu 45° zur gewöhnlichen Richtung zeigt. Wirkliche, unveränderte Körnerzellen finden sich zwischen den Sehzellen, wenigstens in den Parthieen des Augenhintergrundes, nur selten.

Der proximale, äussere Rand der Netzhaut wird dargestellt durch die Grenze der protoplasmatischen Zwischensubstanz und verläuft, wenn auch noch ziemlich wellig, doch immerhin erheblich regelmässiger, als beim vorigen Stadium. Das freie Protoplasma zeigt hier eine merkliche Verdichtung.

Den inneren Rand der äusseren Retinaabtheilung nehmen Ganglienzellen in einfacher, ziemlich regelmässiger Lage ein. Dazwischen finden sich gelegentlich Körnerzellen eingeschoben, die an dieser Stelle immer der kugeligen Art angehören. Die Ganglienzellen sind in der Entwicklung erheblich vorgeschritten. Ihre höckerartigen Auftreibungen sind zwar kaum zahlreicher, aber entschieden deutlicher und höher geworden: Eigentliche Fortsätze haben sich daraus jedoch, wenigstens bei den proximalwärts gerichteten, noch nicht entwickelt. Auch für die distalen Höcker gilt im Allgemeinen dasselbe. Nur in ganz vereinzelten Fällen hat eine solche innere Ganglienzelle einen einzelnen wirklichen Ausläufer gebildet und tritt dann durch diesen in Verbindung mit einer der Ganglienzellen der inneren Netzhautparthie. Die inneren Ganglienzellen sind kugelig, ihr Kern desgleichen; die Zelle hat einen Durchmesser von 0,0092, der Kern von 0.0067 mm. Sie finden sich auch beim vorliegenden Stadium nicht in der Ausdehnung der gesammten Netzhaut. In den Parthieen des Augenhintergrundes sind sie zahlreich und stehen dichtgedrängt, nur ganz selten schieben sich hier Körnerzellen zwischen sie ein. Etwa von der Gegend des Augenaequators ab finden sich die letzteren dann zwischen den Ganglienzellen immer häufiger; im Niveau der proximalen Grenze des distalen Augendrittels sind sie bereits in der Mehrzahl, und eine kurze Strecke weiter gegen den Augenbecherrand hin verschwinden die inneren Ganglienzellen endlich ganz. Zwischenformen zwischen diesen und den Körnerzellen sind nirgends vorhanden.

Der innere Netzhauttheil hat im Augenhintergrund eine Stärke von 0,0177 mm. Gegen den distalen Augenpol hin nimmt er, ziemlich rasch, stetig ab, bis er, etwa an der Proximalgrenze des distalen Augenviertels, vollständig verschwindet. Von dort ab wird die *Retina* ausschliesslich durch die Körnerschicht gebildet.

Am inneren Rande der *Retina*, demselben jedoch niemals weiter, als bis auf 0,004 mm genähert, liegen Ganglienzellen, die im Augenhintergrund eine ziemlich regelmässige Lage bilden, aber nicht enge aneinander gedrängt, sondern stets durch kleine Abstände getrennt sind. Diese Zwischenräume werden in den mehr nach dem Augenbecherrande hin gelegenen Theilen des Netzhautinnenrandes immer grösser, und schon an der distalen Grenze des proximalen Augendrittels sind die Ganglienzellen ganz verschwunden. Das gilt für die ventrale und laterale *Retina*, dorsal finden sich die Ganglienzellen noch etwas weiter gegen den Augenaequator hin. Sie sind kugelig und haben einen Durchmesser von 0,0096 mm; ihr gleichfalls kugeliger Kern besitzt einen solchen von 0,0070 mm. Ihre proximalwärts gerichteten Höcker sind sehr bedeutend und haben sich vielfach zu richtigen Ausläufern entwickelt. Zuweilen ist einer derselben bereits besonders stark ausgebildet und die Zelle tritt durch diesen in Verbindung mit einer der inneren Ganglienzellen. Es geschieht dies in der Art, dass von den beiderseits gegen einander abgesandten Ausläufern zwei verschmelzen und einen einzigen, feinen Nervenfaden bilden, der sich dann zwischen den beiden Zellen ausspannt. Ich möchte bereits an dieser Stelle aufs Ausdrücklichste betonen, dass die Leitung zwischen den Opticusganglienzellen — denn als solche sind ja die Ganglienzellen des inneren Netzhautrandes zu betrachten — und Ganglienzellen tiefer gelegener Retinaschichten, hier also inneren Ganglienzellen, immer in Form einer direkten Verbindung der beiden Zellen, niemals nur durch Kontakt, also durch einfaches Aneinanderlegen der beiderseitigen Fortsätze zu Stande kommt. Eine solche direkte Verbindung ist schon auf der vorliegenden Entwicklungsstufe vorhanden: zwar nur ganz selten, dann aber immer mit grosser Deutlichkeit nachweisbar.

Distalwärts senden die Opticusganglienzellen je einen einzigen, wohlentwickelten Fortsatz aus: die Opticusfaser, die sich in der bekannten Weise zunächst parallel dem Netzhautinnenrande gegen ihren Sammelplatz zum Sehnerven hinzieht, um dann unter rechtem Winkel umzubiegen, mit den übrigen zu einem Bündel vereinigt die *Retina* quer zu durchsetzen und im so gebildeten Nervus opticus aus dem Bulbus auszutreten. Zwischen Opticusganglienzellen und inneren Ganglienzellen, im Allgemeinen den letzteren etwas näher, liegen noch andere kugelige Ganglienzellen. Dieselben besitzen 0,0074, ihre Kerne 0,0055 mm Durchmesser. Sie haben nach allen Seiten hin, besonders aber distal- und proximalwärts höckerartige Auftreibungen, die indessen entschieden weniger weit entwickelt sind, als bei den beschriebenen beiden anderen Arten. Es sind dies meines Erachtens die schon beim letzten Stadium zu constatirenden Reserveopticusganglienzellen. Sie erstrecken sich in der Netzhaut etwas weiter gegen den vorderen Augenpol zu, als die Opticusganglienzellen selbst, doch lange nicht so weit, wie die inneren Ganglienzellen. In der dorsalen *Retina* reichen auch sie etwas weiter, als in der ventralen.

Ausserdem kommen noch in der inneren Retinaparthie, und zwar besonders in den Theilen, in denen die Ganglienzellen spärlicher auftreten, kernartige Zusammenballungen von grobkörnigem dunklem Protoplasma vor, die ich als Reste zerfallener Zellen, bestimmt zur Vermehrung der Grundsubstanz, ansehe. Ihrer Form nach zu urtheilen, scheinen sie mir nervösen Zellen ihren Ursprung zu verdanken.

Zwischen den ganglиösen Elementen verlaufen reichliche Züge von Bindegewebsfasern und zwar ziemlich unregelmässig. Es lassen sich zwar einzelne stärkere Fasern erkennen, welche die ganze *Retina* ziemlich direkt quer durchziehen und schliesslich, neben den Sehzellen durchtretend, in den Raum zwischen Netzhaut und Pigmentlamelle hineinragen; ausserdem aber finden sich in der inneren Retinaparthie noch zahlreiche andere Bindegewebsfasern, die, nach allen Seiten gerichtet, theils

Verzweigungen der Hauptstämme darstellen, theils aber mit diesen in gar keinem Zusammenhang zu stehen scheinen. Schwache Seitenzweige der Hauptfasern zeigen sich auch im Gebiete der Körnerschicht da und dort.

Eine limitans interna existirt im Augenhintergrunde nicht; ihre Stelle vertritt noch das früher geschilderte, ziemlich weitmaschige Flechtwerk, das aus den distalen Enden der retinalen Bindegewebszüge sich herstellt. Häufig lassen sich einzelne Fasern der letzteren durch die Limitansanlage durch in den Glaskörper hinein verfolgen, mit dessen Bindegewebszügen sie im Zusammenhang stehen. Anders verhält sich die Sache an den im Auge mehr nach vorn gelegenen Theilen des inneren Retinarandes. Hier hat sich bereits eine deutliche Limitans interna gebildet, wenn dieselbe auch noch nicht als Membran bezeichnet werden darf, da sie ihre Zusammensetzung aus feinen Fäserchen immer noch unzweifelhaft erkennen lässt. Die Radiärfasern des retinalen Bindegewebes stehen mit ihr in der für das vorige Stadium geschilderten Weise in Zusammenhang. Die Limitans interna reicht, von dem Augenbecherrande ausgehend, auf der Innenfläche der *Retina* proximalwärts etwa bis in die Gegend, wo die ersten Opticusganglienzellen auftreten. Hier hört sie plötzlich auf und ihre Stelle vertritt das erwähnte Flechtwerk.

Bindegewebige Stützzellen finden sich in der inneren Netzhautabtheilung auffallend wenige. Etwas häufiger treten sie in den distalen Lagen der Körnerschicht auf und werden dann in deren proximalem Abschnitte ziemlich zahlreich. Sie schieben sich vereinzelt zwischen die Sehzellen ein, erreichen jedoch niemals den Margo limitans externus. Sie haben die charakteristische Spindelform und besitzen eine Länge von 0,0103 mm bei 0,0037 mm Dicke, ihre Kerne sind 0,0074 mm lang und 0,0022 mm dick. Stets sind sie, entsprechend den Hauptfasern, mit ihrer langen Achse senkrecht zur Netzhautfläche gerichtet. In den meisten Fällen sind sie den Stützfasern nicht angelagert, sondern die letzteren stellen sich als direkte Auswachsungen der ersteren dar. Es tritt dies jedoch hier nicht mehr in der Art zu Tage, dass die Faser eine einfache Verlängerung der Zellpole bildet, sondern vielmehr so, dass sie neben den Zellpolen aus der Seitenwand der Zelle ihren Ursprung nimmt.

Auch die im Umkreis des Opticusaustrittes dem Innenrande der *Retina* aufgelagerte Bindegewebsschicht, die, wie beim vorigen Stadium gezeigt wurde, den Gewebszügen der foetalen Augenspalte ihren Ursprung verdankt, ist vorhanden, erscheint aber, auffallenderweise, viel schwächer angelegt, als früher. Ventral ist sie kaum nachzuweisen, dorsal tritt sie etwas mächtiger auf. Blut habe ich darin nicht entdecken können.

Stadium V (11 mm). Taf. IV. Fig. 56.

Die *Retina* hat auf dieser Stufe im Augenhintergrund eine Mächtigkeit von 0,0851 mm. Nach vorn zu wird sie nur ganz allmählich etwas schwächer, bis sie, dorsal 0,113, ventral 0,1033 mm vom Augenbecherrande entfernt, ziemlich unvermittelt in die pars retinalis Iridis übergeht, die hier, an ihrem Anfange, dorsal, wie ventral 0,028 mm stark ist.

Die Körnerschicht des vorigen Stadiums hat sich jetzt in zwei deutlich unterschiedene Abtheilungen, eine äussere und eine innere Körnerschicht getheilt; die „Schicht der Bindegewebsfasern und Opticusganglienzellen“ hat sich im Allgemeinen nicht in weitere Lagen differenzirt, nur in der Gegend des Sehnervenaustritts ist es, wie weiter unten gezeigt werden wird, zur Bildung einer neuen, besonders ausgeprägten Netzhautabtheilung gekommen.

Die innere Körnerschicht ist im Augenhintergrund 0,0274 mm stark und behält diese Dicke bis zum Beginne des Iristheils, wo sie plötzlich aufhört. Sie besteht in ihrem Haupttheile aus einer ganzen Anzahl verschiedener Zellarten. Die erste derselben bilden die unveränderten Körnerzellen, die der Zahl nach etwa die Hälfte aller zelligen Elemente darstellen. Sie sind stets rundlich-oval und zeigen die Maſse 0,0063 : 0,0048, ihre Kerne 0,0052 : 0,0037 mm. Die lange Achse ist mehr oder weniger senkrecht zur Fläche der Netzhaut gerichtet. Die inneren Körnerzellen sind ziemlich unregelmässig durch die Schicht zerstreut, bald sind sie zu kleinen Gruppen vereinigt, bald fehlen sie wieder auf kurze Strecken vollständig. Sie finden sich allenthalben zwischen den übrigen Zellen vor.

Die zweite Zellart der inneren Körnerschicht repräsentiren kuglige Ganglienzellen, welche den inneren, distalen Rand derselben einnehmen: die inneren Ganglienzellen des vorigen Stadiums. Sie haben 0,0111, ihr Kern 0,0053 mm Durchmesser und bilden eine einfache, ziemlich regelmässig angeordnete Lage, die nur gelegentlich durch innere Körnerzellen unterbrochen wird. Sie haben nach allen Seiten jene höckerartigen Auftreibungen ausgebildet, von denen die proximal gerichteten nunmehr sämmtlich zu feinen, aber noch ganz kurzen fadenförmigen Ausläufern sich entwickelt haben, während die übrigen, mit Ausnahme eines einzigen, distalen Hauptfortsatzes, keinen Fortschritt zeigen. Dieser letztere, durch den sie mit den Opticusganglienzellen in Zusammenhang treten, findet sich jetzt in viel zahlreicheren Fällen ausgebildet, wenn auch freilich noch lange nicht alle inneren Ganglienzellen denselben erkennen lassen. Proximal von den beschriebenen treten, jedoch viel spärlicher, andere Ganglienzellen auf, welche in ihrer Gestalt viel Aehnlichkeit mit den ersteren haben und als Vorstufen zu denselben aufzufassen sein dürften. Sie sind in der Mehrzahl ebenfalls kugelig, mit einem Durchmesser von 0,01 (Kern 0,0063) mm; doch kommen daneben auch rundlich-ovale vor, welche die Maſsverhältnisse 0,0011 : 0,0089 mm aufweisen, während ihr Kern 0,0074 mm lang und 0,0052 mm dick ist. Ihre nach allen Seiten gerichteten, sehr deutlichen Höcker haben sich indessen noch nirgends zu Fortsätzen entwickelt.

Eine weitere Art von Ganglienzellen nimmt den proximalen Rand der inneren Körnerschicht ein. Dieselben, ebenfalls kugelig, sind 0,007 mm dick, bei einem Kerndurchmesser von 0,0048 mm. Von ihren, sich im ganzen Umfange findenden Höckern sind nur einige wenige, distalwärts gerichtete, zu ganz kurzen, zarten Fortsätzen ausgewachsen. Ich sehe in ihnen die „äusseren Ganglienzellen“ der Schicht. Zwischen ihnen finden sich sehr zahlreich die inneren Körnerzellen eingelagert. Wie an die inneren Ganglienzellen proximal, so schliessen sich an die äusseren distal andere, augenscheinlich noch weniger weit entwickelte, ganglienzellenartige Elemente an. Hier herrscht nun aber die rundlich-ovale Form entschieden vor, und die Zellen messen dann 0,0065 : 0,0056, ihre Kerne 0,0050 : 0,0042 mm. Dazwischen finden sich indessen auch vereinzelte kugelige Ganglienzellen, die, bei 0,0046 mm Kerndurchmesser, 0,0060 mm dick sind. Beide, die kugeligen, wie die rundlich-ovalen, haben nur ganz schwache, allseitige Höckerauftreibungen; von wirklichen Fortsätzen zeigen sie nirgends eine Spur. Ich halte sie für Ersatzelemente der äusseren Ganglienzellen.

Aeussere, wie innere Ganglienzellen finden sich in der gesammten eigentlichen Netzhaut, im Augenhintergrunde sowohl, als in den dem Augenbecherrande genäherten Theilen derselben, doch stehen sie dort entschieden dichter gedrängt, als hier. Die Reservezellen beider Lagen erstrecken sich indessen nicht bis zum Anfange der pars retinalis Iridis nach vorne, sondern finden sich, je weiter vom Hintergrunde des Auges entfernt, desto weniger zahlreich und verschwinden etwa im Niveau des Bulbusaequators bereits vollkommen.

Ausser den beschriebenen nervösen Zellen finden sich in der inneren Körnerschicht noch Bindegewebselemente, von denen unten die Rede sein wird.

Proximal schliesst sich an die eben behandelte Schicht die äussere Körnerschicht an, die wesentlich einfacher gebaut ist. Sie misst im Hintergrunde des Auges 0,033 mm in der Dicke und bewahrt diese Mächtigkeit bis zum Uebergang der Netzhaut in ihren Iristheil vollständig. Es lassen sich in ihr nur zwei Arten von nervösen Zellen unterscheiden. Die grosse Masse der Schicht bilden die äusseren Körnerzellen, die in Bau und Grössenverhältnissen den inneren vollkommen gleich sind. Ihre lange Achse verläuft ebenfalls stets ganz, oder doch nahezu senkrecht zur Oberfläche der *Retina*, doch kommt es mir vor, als ob in den mehr im Inneren der Netzhaut gelegenen Körnerzellen Abweichungen von dieser Richtung etwas häufiger vorkämen, als bei den der proximalen Grenze der Schicht genäherten.

Die zweite Zellart der äusseren Körnerschicht stellen die Sehzellen dar, die nur wenige Fortschritte gegenüber dem letzten Stadium erkennen lassen. Sie liegen an dem proximalen Rande der Schicht in einfacher Lage, doch sind sie keineswegs sehr regelmässig angeordnet, sondern häufig durch grössere, oder kleinere Zwischenräume, in die sich nicht selten Bindegewebszellen eingeschoben haben, getrennt. Was ihre Form betrifft, so ist als einziges Merkmal der Weiterentwicklung hervorzuheben, dass alle ziemlich in die Länge gezogen, und stets an ihrem distalen Pole zugespitzt sind. Einen distalen Fortsatz haben freilich nur ganz vereinzelte Exemplare, und dann ist derselbe ganz kurz und ohne jeden Zusammenhang mit anderen Elementen. Die proximalen Auswachsungen haben sich nur wenig weiter gebildet. Die Form des Kegels findet sich zwar jetzt entschieden häufiger, als früher, vorherrschend ist indessen die hohe Kuppelgestalt, und auch die flache Kuppel findet sich noch häufig. Die innere Differenzirung der Kegel- und Kuppelauswüchse zeigt keine Veränderung gegen das vorige Stadium. Maſse lassen sich auch hier für die Sehzellen nicht angeben, da sie augenscheinlich sehr verschiedenen Alters sind und daher die mannigfaltigsten Dimensionen zeigen. Ich begnüge mich deshalb hier wieder damit, die Grössenverhältnisse der Extreme festzustellen. Der Kern der weitestentwickelten Sehzelle, die ich finden konnte, hat etwa die Form eines Keiles mit distalwärts gerichteter Spitze. Er misst an seiner breitesten Stelle 0,0037 und hat eine Länge von 0,0059 mm. Die spindelförmige Zelle ist im Ganzen 0,0109 mm lang; davon kommen auf die Auswachsung (gemessen vom proximalen Kernpol, bis zur Spitze) 0,0042 mm. Die Dicke der Sehzelle beträgt 0,0052 mm. Eine der entschieden in der Entwicklung am weitesten zurückgebliebenen, aber doch noch als solche erkennbaren Sehzellen zeigte folgende Maſse: der rundlich-ovale Kern hatte 0,0058 mm Länge bei 0,0029 mm Dicke. Die Zelle selbst, welche keine Spur einer Auswachsung erkennen liess und sich lediglich durch ihre Lage und ihr zugespitztes Distalende charakterisirte, war 0,0074 mm lang und 0,0044 mm dick. Im Augenhintergrund sind die höher entwickelten Sehzellen verhältnissmässig häufig. Je weiter nach vorn, desto mehr werden sie aber durch die weniger ausgebildeten verdrängt, und schon eine ziemliche Strecke vor dem Anfange der pars Iridis finden sich nur noch die Sehzellen der niedrigsten beim vorliegenden Stadium vorkommenden Entwicklungsstufe, untermischt mit ganz unveränderten Körnerzellen, die auch der Sehzellschicht des Augenhintergrundes nicht absolut fehlen.

Die proximale Grenze der gesammten Netzhaut wird gebildet durch die Grenze der protoplasmatischen Grundsubstanz. Diese besteht im gesammten Gebiete der beiden Körnerschichten aus ganz gleichmässig vertheiltem, sehr feinem Gerinnsel, das sich am Rande stark verdichtet und so einen scharf ausgesprochenen, sehr glatt verlaufenden *Margo limitans externus* bildet. Ueber denselben ragen von nervösen Elementen nur die Spitzen der am weitesten entwickelten Sehzellen hinaus.

Distal folgt auf die innere Körnerschicht die „Schicht der Bindegewebsfasern und Opticusganglienzellen" mit einer Mächtigkeit von 0,0244 mm im Augenhintergrunde. Sie hält sich in dieser Stärke bis kurz vor dem Uebergang der *Retina* in den Iristheil, sinkt dann, fast plötzlich, auf eine Dicke von 0,024 mm herab, um etwa in der Mitte des Verlaufes der pars retinalis Iridis ganz zu verschwinden. Die Hauptmasse der Schicht wird durch das protoplasmatische Gerinnsel der Grundsubstanz gebildet, das indessen in dieser Netzhautparthie nicht gleichmässig vertheilt ist, sondern bald dichter gedrängt und grobkörniger, bald lockerer und feinkörnig erscheint. Es finden sich darin zahlreiche in Zerfall begriffene Kerne von mannigfacher Grösse und Form, bei welcher jedoch, soweit sich eine solche überhaupt noch bestimmen lässt, die rundlich-ovale vorherrscht. In zweiter Linie besteht die Schicht aus Bindegewebsfasern, die indessen, abgesehen von den Anlagen der Stützfasern, jetzt lange nicht mehr so reichlich vorhanden sind, als noch beim letzten Stadium.

Den proximalen Rand der Schicht nehmen die Opticusganglienzellen ein. Dieselben sind kugelig. (Durchmesser 0,0111, der des Kernes 0,0053 mm.) Sie besitzen allseitig höckerartige Auftreibungen, von denen sich die proximalwärts gerichteten zu kleinen Ausläufern entwickelt haben. Einer derselben überwiegt regelmässig über die übrigen und vermittelt den Zusammenhang mit einer inneren Ganglienzelle. Distalwärts ist nur ein einziger starker Fortsatz ausgebildet, die Opticusfaser, die sich genau ebenso verhält, wie für's vorige Stadium beschrieben wurde. Es ist dabei zu merken, dass zwar alle Opticusganglienzellen eine Opticusfaser, dagegen nicht alle einen proximalen Hauptfortsatz zeigen. In vielen Fällen mag nun ja der letztere thatsächlich vorhanden und nur bei meinen Präparaten nicht nachweisbar gewesen sein; in anderen habe ich mich aber mit Sicherheit überzeugen können, dass er thatsächlich fehlt, eine Verbindung der Opicusganglienzelle mit den tiefer liegenden Retinaschichten also nicht besteht.

Die Opticusganglienzellen liegen im Allgemeinen in einfacher Lage, durch kleine Zwischenräume getrennt, ziemlich regelmässig neben einander und sind vom inneren Rande der Netzhaut durchschnittlich 0,0133 mm entfernt. Eine Ausnahme machen nur die dem intraretinalen Opticus unmittelbar benachbarten Retinaparthieen. Hier hat sich im Umkreise von ca. 0,03 mm rings um den Sehnerven in der *Retina* eine neue Schicht, eine Granulosa interna, zu bilden begonnen. Dieselbe schiebt sich zwischen die inneren und die Opticusganglienzellen ein. Sie ist unmittelbar neben dem Opticus ca. 0,0044 mm breit und nimmt, je weiter von diesem entfernt, umsomehr an Mächtigkeit ab, bis sie, wie erwähnt, in einer Entfernung von 0,03 mm ganz verschwindet. Sie besteht aus der protoplasmatischen Grundsubstanz, die reichlich mit zerfallenen Kernen vermischt ist. In Folge der Einschiebung dieser Schicht sind, soweit sich ihr Einfluss geltend macht, die Opticusganglienzellen weiter gegen den Innenrand der Netzhaut hingedrängt und auch sonst in der Regelmässigkeit ihrer Anordnung gestört worden. Ihre Entfernung von der distalen Retinagrenze beträgt in unmittelbarer Nähe des Sehnerven nur etwa 0,0044 mm im Minimum.

Reserveopticusganglienzellen sind fast gar keine vorhanden.

Die Opticusganglienzellen finden sich in der ganzen eigentlichen Netzhaut, doch sind sie in den dem Anfang des Iristheils genäherten Parthieen viel spärlicher, durch viel grössere Abstände von einander getrennt, als im Augenhintergrund, auch lässt sich in den vorderen Theilen des Auges viel seltener der Zusammenhang zwischen Opticusganglienzelle und innerer Ganglienzelle nachweisen, als in der Gegend des Augenhintergrundes, woran allerdings auch der Umstand Schuld sein mag, dass die Grundsubstanz hier sehr grobkörnig und fleckig ist, sowie, dass zahlreiche Stützzellen vorkommen.

Hinsichtlich der bindegewebigen Bestandtheile der Netzhaut zeigt das vorliegende Stadium fast keine Veränderung. Die Anlagen der Stützfasern sind gestreckter geworden und zeigen weniger Seitenzweige. Einzelne Fasern ragen weit über den Margo limitans externus hinaus, ohne dass jedoch das Pigmentepithel von ihnen nachweisbar erreicht würde.

Die Membrana limitans interna ist scharf abgesetzt, zeigt jedoch noch die Zusammensetzung aus feinen Faserzügen, mit denen die distalen Enden der retinalen Bindegewebszüge in direktem Zusammenhang stehen. Niemals erstrecken sich dieselben jedoch mehr über die Anlage der Membrana limitans interna hinaus in den Glaskörperraum hinein.

Bindegewebszellen fehlen in den distalen Retinaschichten fast vollkommen. Sie finden sich erst, recht spärlich, etwa in der Mitte der inneren Körnerschicht, werden aber dann in der äusseren Körnerschicht sehr zahlreich und schieben sich hier, wie bemerkt, häufig zwischen die Sehzellen ein; zuweilen ragen sie mit ihrem proximalen Pole ein wenig über den Margo hinaus. Sie messen 0,0133 : 0,0037, ihre Kerne 0,0104 : 0,0022 mm. Ihre lange Achse verläuft stets parallel den Bindegewebsfaserzügen, also im Wesentlichen senkrecht zur Oberfläche der Netzhaut.

Die aus Bindegewebsmassen der foetalen Augenspalte bestehende Schicht, welche sich zwischen die alte Bindegewebsfaserschicht und die Membrana limitans interna eingeschoben hat und von ersterer noch unterschieden werden kann, hat etwas an Ausdehnung gewonnen. Sie erstreckt sich rings um die Austritts- resp. Sammelstelle der Opticusfasern etwa so weit, wie die Granulosa interna, also ca. 0,03 mm, und hat in der Mitte ihre grösste Mächtigkeit mit etwa 0,0074 mm. Blut findet sich in ihr nicht.

Stadium VI (13 mm). Taf. IV, Fig. 57.

Die Dicke der Netzhaut im Augenhintergrunde beträgt 0,0832 mm. Sie hält sich annähernd in dieser Stärke bis zu ihrem Uebergang in die pars retinalis Iridis, der dorsal etwa 0,1005, ventral erst 0,0078 mm vom Augenbecherrande entfernt erfolgt, und in dessen Nähe die *Retina* sehr rasch auf eine Mächtigkeit von 0,0286 mm heruntergeht.

Die Zusammensetzung der Netzhaut im Allgemeinen hat gegenüber dem vorigen Stadium keine Veränderung erfahren; doch zeigen die einzelnen Schichten selbst mannigfache Fortschritte.

Die innere Körnerschicht hat eine Stärke von 0,0316 mm erreicht. Ihre Hauptmasse wird durch die inneren Körnerzellen gebildet, die ovale Form haben und die Maſse 0,0056 : 0,0046 mm aufweisen. Ihre Kerne messen 0,0043 : 0,0033 mm. Im Allgemeinen hat ihre lange Achse eine zur Oberfläche der Netzhaut annähernd senkrechte Richtung. Die Körnerzellen überwiegen nunmehr ganz bedeutend; sie mögen etwa drei Viertheile sämmtlicher zelligen Elemente der Schicht darstellen. Sie kommen nur in den inneren Parthieen derselben vor, also niemals zwischen den Zellen, welche den distalen, resp. proximalen Rand bilden.

Die am distalen Rande gelegenen inneren Ganglienzellen sind grösstentheils kugelig, mit einem Durchmesser von 0,0079 mm für die Zelle und 0.0049 mm für den Kern. Sehr selten zeigen sie auch rundlich-ovale Gestalt und messen dann 0,0089 : 0,0067, ihre Kerne 0,0052 : 0,0045 mm. Der distal gerichtete Hauptfortsatz der inneren Ganglienzellen tritt nunmehr viel häufiger in Verbindung mit einer Opticusganglienzelle, und zwar lässt sich auch hier konstatiren, dass die Fälle, wo dieser Zusammenhang unzweifelhaft fehlt, im Augenhintergrund sehr selten sind, in den der Iris genäherten Theilen der Netzhaut aber immer häufiger werden. Die Proximalfortsätze der Zellen sind entschieden bedeutend länger (gelegentlich bis zu 0,005 mm) und vor Allem zahlreicher geworden: blosse höckerartige Auftreibungen der Zellwand fehlen an der proximalen Fläche der Zellen jetzt vollständig. Seitlich sind dieselben noch vorhanden, doch viel seltener geworden: zu Lateralausläufern haben sie sich niemals entwickelt. Die ovalen, inneren Ganglienzellen sind im Augenhintergrund viel seltener, als mehr nach vorn, wo sie freilich auch nie eine grosse Häufigkeit erlangen. Sie scheinen etwas jünger zu sein, als die runden, wenigstens fehlt gerade bei ihnen besonders oft, wenn auch keineswegs immer, die Verbindung mit den Opticusganglienzellen; ferner sind ihre proximalen Ausläufer viel weniger entwickelt, und ihre lateralen Höcker zahlreicher, als sich dies bei den kugeligen inneren Ganglienzellen findet. Beide Arten liegen in einer einfachen, sehr regelmässigen Lage, ziemlich enge aneinander gedrängt, wenn letzteres auch nicht in dem Grade der Fall ist, dass dadurch Formänderungen der einzelnen Elemente hervorgerufen würden.

Am proximalen Rande der Schicht finden sich, viel weniger regelmässig angeordnet, die äusseren Ganglienzellen. Stets kugelig, besitzen dieselben 0,0079, ihre Kerne 0.0046 mm im Durchmesser. Ihre nach der Tiefe der Schicht gerichteten Fortsätze haben sich ebenfalls weiter ausgedehnt, wenn auch nicht so bedeutend, wie bei den inneren Ganglienzellen, überschreiten indessen die Länge von 0.004 mm niemals, ja erreichen diese nur in ganz seltenen Fällen. Die lateralen Höcker sind an Zahl und Ausdehnung zurückgegangen, proximale finden sich selten, fehlen aber keineswegs vollständig. Einzelne von den äusseren Ganglienzellen — und zwar sind dieselben vorwiegend in den Parthieen des Augenhintergrundes zu finden — haben einen feinen, proximalwärts gerichteten Hauptfortsatz ausgebildet und treten durch diesen in Connex mit Elementen der äusseren Körnerschicht.

Diese hat im Augenhintergrunde eine Dicke von 0,0336 mm. Wesentlichen Antheil an ihrem Aufbau nehmen auch hier wieder die Körnerzellen, wenn sie auch lange nicht so zahlreich sind, als in der inneren Körnerschicht. Sie bilden etwa den dritten Theil sämmtlicher Zellen der äusseren Körnerschicht. In der Form, sowie der Richtung ihrer Hauptachse, gleichen diese äusseren Körnerzellen vollkommen den inneren, nur sind sie etwas grösser, denn sie messen 0,0066 : 0,0046, ihre Kerne 0,0046 : 0,0033 mm. Sie sind durch die ganze Schicht hin unregelmässig zerstreut und auch der proximale Rand, den die Sehzellen einnehmen, ist nicht ganz frei von ihnen.

Ungefähr an der distalen Grenze der äusseren Körnerschicht findet sich nun eine weitere Lage von Ganglienzellen. Dieselben sind meist kugelig, 0.0062 mm im Durchmesser haltend, ihr Kern ist 0,0049 mm dick. Seltener finden sich zwischen ihnen auch rundlich-ovale Ganglienzellen, welche die Maſse 0.0075 : 0.0043 mm für die Zelle, 0,0062 : 0,0033 mm für den Kern aufweisen. Im Augenhintergrund sehr spärlich vertreten, werden sie, ganz wie die ovalen Elemente unter den inneren Ganglienzellen, je näher der Iris, um so häufiger, ohne jedoch jemals über die kugeligen zu überwiegen. Beide Arten dieser Ganglienzellen senden nach allen Seiten kurze, feine Fortsätze aus. In einzelnen Fällen hat sich von diesen ein distalwärts gerichteter besonders stark entwickelt und mit dem grossen Proximalfortsatz einer der äusseren Ganglienzellen durch Verschmelzung eine Verbindung eingegangen. Auch diese Erscheinung ist indessen auf die Gegend des Augenhintergrundes beschränkt und unter allen Umständen stets nur bei den runden, niemals bei den ovalen Ganglienzellen nachweisbar. Die beschriebenen Ganglienzellen liegen sehr unregelmässig angeordnet, bald den äusseren Ganglienzellen sehr genähert, bald wieder, weit von denselben entfernt, in die Tiefe der äusseren Körnerschicht hineingerückt. Der Zusammenhang der Zellenlage ist vielfach durch dazwischengeschobene, äussere Körnerzellen gestört, die häufig auch noch distal von ihnen, also zwischen den Ganglienzellen der beschriebenen Art und den äusseren Ganglienzellen, auftreten. Bei einer anderen Gelegenheit habe ich die Ganglienzellen am distalen Rande der äusseren Körnerschicht als Zwischenganglienzellen bezeichnet, und ich möchte diese Benennung auch für's Maulwurfsauge beibehalten.

Die Sehzellen occupiren ausschliesslich den proximalen Rand der äusseren Körnerschicht. Sie sind theilweise gegenüber dem vorigen Stadium weit vorgeschritten, daneben finden sich aber auch weniger ausgebildete Elemente auf den mannigfaltigsten Entwicklungsstufen. Mann kann im Allgemeinen sagen, dass sie sich in einfacher Lage ausbreiten, doch verläuft diese äusserst unregelmässig, und es finden sich zahlreiche Sehelemente, deren Kornzellen so weit in die Tiefe der *Retina* gerückt erscheinen, dass sie fast hinter ihre Nachbarn zu liegen kommen. Diese Sehzellen sind dann immer die höchstentwickelten. Sie besitzen deutliche Zapfengestalt — womit ich freilich nicht gesagt haben will, dass aus ihnen später die sogenannten „Zapfen“ entstehen müssten — und lassen bereits ziemlich klar eine Differenzirung in Kornzelle, Stiel, Körper und Endglied erkennen. Ihr distales Ende ist in einen langen, feinen Faden ausgezogen, und in einzelnen Fällen sind sie durch diesen in Verbindung mit einer der äusseren Ganglienzellen — niemals jedoch etwa mit einer Zwischenganglienzelle — getreten.

Die weniger hoch ausgebildeten Sehzellen zeigen die bereits für die früheren Stadien beschriebenen Formen: Kegelzelle, hohe Kuppelzelle, niedere Kuppelzelle und, jetzt wieder ziemlich häufig vertreten, die Gestalt der fast unveränderten Körnerzelle, die sich nur dadurch von den übrigen so bezeichneten Elementen unterscheidet, dass ihr distales Ende sich zugespitzt hat. Dies letztere Merkmal tragen alle Sehzellen dieses Stadiums. Die Uebergänge zwischen den einzelnen Entwicklungsstufen sind so zahlreich, dass sich eine erschöpfende Beschreibung einzelner Stadien nicht durchführen lässt, ich muss mich daher, wie bisher, darauf beschränken, die höchstentwickelten Individuen der einzelnen Arten, so wie sie sich eben in meinen Präparaten darstellten, auf's Gratwohl herauszugreifen.

Die augenscheinlich ältesten Sehzellen lassen, wie schon bemerkt, eine Gliederung in vier Theile erkennen. In einem Falle maſs hierbei die Kornzelle, welche die Form eines an beiden Polen zugespitzten Ellipsoids (also etwa Citronengestalt) besass, 0,0072 : 0,0043, das Korn selbst 0,0043 : 0,0030 mm. Ihr distales Ende trug den feinen Fortsatz, der die Verbindung mit einer äusseren Ganglienzelle vermittelte. Die lange Achse verlief genau senkrecht zur Aussenfläche der *Retina*; der proximale Zellpol war vom Margo limitans externus 0,0039 mm entfernt. Proximal schloss sich an die Kornzelle der Stiel, 0,0014 mm lang, 0,0013 mm breit, an, und auf diesen folgte alsdann, mit allmählichem Uebergange der Körper des Sehelements. Dieser hatte eine Länge von 0,0032 mm; seine grösste Dicke, die er im Niveau des Margo limitans externus erreichte, betrug 0,0026 mm. Den Beschluss der ganzen Anlage machte das kegelförmige Endglied 0,0033 mm lang, das mit seiner convexen, 0,0023 mm im Durchmesser haltenden Basis in die entsprechende Concavität des proximalen Körperendes gleichsam eingelassen erschien. Der Körper war erfüllt von sehr dichtem, dunklem Protoplasma, das gegen die Kornzelle hin immer heller wurde, so dass eine scharfe Grenze gegen diese auch im Inneren der Anlage nicht existirte. Wohl aber fand sich eine solche auf's Deutlichste zwischen Körper (oder, um eine später passende Bezeichnung schon hier zu gebrauchen: Mittelglied) und Endglied, da dieses sehr hell, nur an seiner äussersten Spitze leicht getrübt war und daher von dem gerade an seinem proximalen Ende am dichtesten gedrängten Protoplasma des Körpers sich schroff abheben musste. Eine trennende Linie, eine Membran, bestand indessen zwischen den beiden Theilen nicht. Die Länge der gesammten Sehzelle betrug 0,0138 mm.

Eine ausgesprochene Kegelzelle zeigte folgende Verhältnisse: der Kern (das Korn) war mit seinem proximalen Pole 0,0026 mm vom Margo limitans externus entfernt. Er war rundlich-oval und maſs 0,0034 : 0,0028 mm. Die Zelle hatte eine Dicke von 0,0046 mm; ihre Länge betrug 0,0079 mm. Sie hatte die Form eines Ellipsoids, das am distalen Ende zugespitzt war und einen ganz kurzen, fadenförmigen Fortsatz entwickelt hatte. Proximal reichte sie bis an den Margo limitans externus, und hier war ihr ein kegelförmiges Endglied gleichsam aufgesetzt, das eine Länge von 0,0020 mm bei einem Basisdurchmesser von 0,0013 mm zeigte. Die Differenzirung im Inneren beschränkte sich auf eine leichte Verdichtung und Trübung des Protoplasmas in der äussersten Kegelspitze.

Die Kuppelzellen und die noch ohne proximale Auswachsungen gebliebenen jüngsten Sehzellen gleichen den für die vorhergehenden Stadien beschriebenen vollkommen.

Den proximalen Abschluss der *Retina* bildet ein scharf ausgesprochener, sehr regelmässig und glatt verlaufender Margo limitans externus, der durch eine weitgehende Verdichtung und Zusammendrängung der protoplasmatischen Grundsubstanz in diesen Grenzpartbieen hervorgehoben wird.

Der distalen Grenze der inneren Körnerschicht schliesst sich im Augenhintergrunde die Granulosa interna an. Dieselbe hat auch jetzt noch eine nur geringe Flächenausdehnung, denn schon im Umkreis von 0,0317 mm um den intraretinalen Sehnerv herum ist von ihr nichts mehr zu entdecken. An ihrer dicksten Stelle, d. h. in ihren unmittelbar dem Opticus angrenzenden Abschnitten, misst sie 0,0085 mm; verliert aber, je weiter vom Opticus entfernt, desto rascher an Mächtigkeit. Sie besteht aus grobem, unregelmässig vertheiltem, protoplasmatischem Gerinnsel. Zellen finden sich in ihr nicht.

Weiterhin folgt nun nach Innen die Schicht der Opticusganglienzellen in einer Gesammtmächtigkeit von 0,0128 mm. In derselben nehmen die wirklichen Opticusganglienzellen den distalen Rand ein. Sie bilden eine ziemlich regelmässige, einfache Lage und sind im Augenhintergrunde etwas näher aneinander gerückt — obgleich auch hier gelegentlich grössere Abstände zwischen ihnen vorkommen —, als in den mehr nach vorn gelegenen Theilen der Netzhaut. Die Opticusganglienzellen sind kugelig. Sie haben 0,0089 mm Durchmesser, ihre Kerne 0,0056 mm. Der proximale Hauptfortsatz ist bei den meisten wohl entwickelt und in Verbindung mit einer inneren Ganglienzelle getreten. Die kleineren Proximalfortsätze sind etwas länger, als bei früheren Stadien. Zuweilen zog sich von einer Opticusganglienzelle noch ein zweiter, besonders stark ausgebildeter Fortsatz gegen die inneren Ganglienzellen hin: eine Verbindung desselben mit einer der letzteren habe ich aber niemals nachweisen können.

Ueber den distalen Fortsatz der Opticusganglienzellen, die Opticusfaser, ist nichts Neues zu bemerken.

Von Lateralfortsätzen existirt keine Spur.

Proximal von den Opticusganglienzellen findet sich noch eine Anzahl weiterer Ganglienzellen. Dieselben haben einen Durchmesser von 0,0060 mm, ihre Kerne zeigen einen solchen von 0,0048 mm. Sie senden nach allen Seiten kleine Fortsätze, von denen zuweilen ein einziger, distalwärts gerichteter, über die anderen in Stärke und Länge entschieden überwiegt, indessen nur ganz selten weiter, als bis in die Nähe des proximalen Poles der Opticusganglienzellen selbst reicht. Ich sehe in diesen Ganglienzellen wieder Ersatzelemente für die Schicht der Opticusganglienzellen.

Den innersten Rand der *Retina* occupiert die Schicht der Opticus- und Bindegewebsfasern, zusammen ca. 0,0038 mm mächtig. Die Opticusfasern durchziehen den ganzen Raum. Bindegewebsfasern finden sich darin, abgesehen von den zu dem System der Stützfasern gehörigen, entschieden weniger, als bisher.

Was die Flächenausbreitung der verschiedenen Schichten über der *Retina* hin betrifft, so ist darüber Folgendes zu bemerken:

Die Bindegewebsfaserschicht erstreckt sich, in ziemlich unveränderter Stärke, vom Augenhintergrund aus auf der Innenfläche der Netzhaut distalwärts bis über die hintere Irisgrenze hinaus und findet sich auf dem retinalen Blatte der Irisanlage bis dorsal 0,0598, ventral 0,0650 mm vom freien Irisrande entfernt. Hier hört sie plötzlich auf.

Die Opticusfaserschicht ist naturgemäss an das Vorhandensein der Opticusganglienzellen gebunden. Diese erstrecken sich, gegen vorn immer weiter auseinandergerückt, vom Augenhintergrunde aus in der dorsalen *Retina* bis in's Niveau des proximalen Linsenpols, in der ventralen nur etwa bis zum Bulbusaequator. An der Austrittsstelle des Sehnerven schlagen sie sich in dessen Begleitung eine Strecke weit in die Tiefe der Netzhaut hinein. (Näheres hierüber bei Betrachtung des Nervus opticus). Erheblich weniger weit gegen den distalen Augenpol hin, als die Opticusganglienzellen, reichen ihre Reserveelemente.

Die inneren Ganglienzellen sind dorsal noch etwa 0,026, ventral sogar 0,045 mm weiter, als die Opticusganglienzellen gegen die Irisanlage hin zu verfolgen.

Die inneren Körner erreichen den proximalen Irisrand. Die äusseren Ganglienzellen halten in ihrer Ausdehnung gleichen Schritt mit den inneren, vielleicht mögen sie auch ein wenig hinter diesen zurückbleiben.

Die Zwischenganglienzellen finden sich niemals weiter, als etwa bis zur proximalen Grenze des distalen Augendrittels gegen den distalen Augenpol hin vorgeschoben, ventral reichen sie entschieden nicht einmal so weit.

Die Sehzellen sind über die proximale Irisgrenze hinaus zu verfolgen, freilich in den distalsten Parthieen ihres Ausbreitungsgebietes nur sehr gering entwickelt.

Die äusseren Körnerzellen setzen sich unmittelbar in die Zellen fort, welche den retinalen Theil der Irisanlage aufbauen.

Die bindegewebigen Theile der Netzhaut haben gegenüber den letzten Stadien sich wenig verändert. Die Membrana limitans interna ist straffer und fester, aber noch immer nicht zur wirklichen Membran geworden. Der Zusammenhang der Stützfasern mit ihr hat sich nun so gestaltet, dass diese unter rechtem Winkel aus ihr herauszuwachsen scheinen.

In ihrem ganzen Verlaufe zeigen die Stützfasern gelegentlich eine Abgabe feiner Seitenästchen. Stützzellen, den Fasern durchweg angelagert, kommen in den inneren Netzhautschichten nur ganz selten vor. Zuerst erscheinen sie zahlreicher in der distalen Hälfte der inneren Körnerschicht und sind von da ab, nicht allzu häufig, aber ganz gleichmässig vertheilt, in allen äusseren Retinaschichten, bis zu den Sehzellen hin, anzutreffen. Zwischen den letzteren fehlen sie.

Die der *Retina* an ihrer inneren Fläche aufgelagerte Bindegewebsschicht, die zunächst in der Gegend des Opticusaustrittes auftritt, hat jetzt die Form eines in den Glaskörper hineinragenden Kegels, der jedoch die Limitans interna nicht durchbricht, sondern von ihr umzogen und dadurch gegen das Vitreum fest abgeschlossen wird. Taf. VI, Fig. 76. Die Basis des Kegels hat einen Durchmesser von 0,065 mm, seine Höhe beträgt 0,0351 mm. Die ganze Anlage besteht aus einem Gewirre von Bindegewebsfasern, in denen sich zahlreiche Zellen und Kerne finden. Der Zusammenhang mit dem Gewebe, das die noch nicht gänzlich geschlossene foetale Augenspalte erfüllt, ist erhalten geblieben. Blut findet sich keines.

Stadium VII (17 mm). Taf. V. Fig. 58.

Im Augenhintergrunde ist jetzt die *Retina* 0,0885 mm dick. Gegen den vorderen Augenpol hin nimmt sie an Stärke allmählich immer mehr ab, bis sie kurz vor dem Übergang in ihre pars Iridis, der dorsal 0,1298, ventral 0,1368 mm vom freien Irisrande entfernt erfolgt, auf 0,039 mm zurückgegangen ist.

Die Betrachtung der einzelnen Netzhautschichten ergiebt Folgendes:

Die innere Körnerschicht misst im Augenhintergrunde 0,0248 mm und behält diese Stärke auch in ihren, dem distalen Augenpole näher gelegenen Abschnitten so ziemlich bei, so dass sie kurz vor der proximalen Irisgrenze, an welcher sie plötzlich aufhört, immer noch 0,0221 mm dick ist. Die Schicht zeigt wieder die bereits beschriebenen drei Arten von nervösen Elementen. Einmal sind das die inneren Körnerzellen selbst, die jetzt sehr zahlreich geworden sind und in dieser Hinsicht weit über die Hälfte der ganzen Schicht ausmachen. Sie nehmen die mittleren Parthieen derselben ein, finden sich jedoch auch zuweilen zwischen den Ganglienzellen des distalen, niemals aber des proximalen Randes. Sie sind rundlich-oval und messen 0,0052 : 0,0044, ihre Kerne 0,0047 : 0,0037 mm. Ihre lange Achse verläuft im Allgemeinen senkrecht zur Oberfläche der *Retina*; gelegentlich weicht ihre Richtung hievon aber um fast 45°, ja in einzelnen Fällen noch weiter ab.

Die den distalen Rand der Schicht einnehmenden, inneren Ganglienzellen sind hier ausschliesslich kugelig mit einem Durchmesser von 0,0081 mm, ihre Kerne besitzen einen solchen von 0,0067 mm. Von seitlichen Fortsätzen, oder Andeutungen solcher, ist bei diesem Stadium gar nichts zu sehen. Die proximalwärts gerichteten sind etwas länger geworden. Der einzige, nun aber, wenigstens bei den Zellen, welche in den Parthieen des Augenhintergrundes liegen, immer vorhandene Distalfortsatz ist sehr deutlich ausgeprägt und stets in Verbindung mit einer Opticusganglienzelle. Nur in den Theilen der inneren Ganglienschicht, welche mehr dem distalen Augenpole angenähert liegen, fehlt zuweilen der grosse Distalfortsatz ganz, oder aber er reicht nur ein Stück weit, ohne dann in Zusammenhang mit einem Element der Opticusganglienschicht zu treten. Hier zeigen sich auch zuweilen schwache Seitenfortsätze der inneren Ganglienzellen. Schon im Augenhintergrund selbst sind die Elemente dieser Zellenlage niemals so dicht gedrängt, wie dies beim vorigen Stadium der Fall war.

Die proximale Grenze der inneren Körnerschicht bilden die äusseren Ganglienzellen, die, in einfacher, sehr regelmässiger Lage angeordnet, viel zahlreicher und daher enger aneinander gelagert sind, als auf der nächstvorangegangenen Entwicklungsstufe. Stets kugelförmig, haben sie einen Durchmesser von 0,0074, ihre Kerne von 0,0052 mm. Ihre Distalfortsätze sind wohlentwickelt, sehr zahlreich und wieder erheblich länger geworden, ohne indessen, so wenig, wie die proximalen der inneren Ganglienzellen, jemals mit irgend welchen anderen zelligen, oder faserigen Elementen in direkten Zusammenhang zu treten. Lateralfortsätze fehlen. Proximal zeigt nunmehr jede äussere Ganglienzelle einen einzigen starken Fortsatz, vermittelst dessen sie zu Elementen der proximal folgenden Netzhautschicht in Beziehung tritt. Nebenfortsätze sind keine vorhanden. Das Gesagte gilt jedoch nur für die im Augenhintergrunde gelegenen Theile der Schicht. In den mehr nach der Irisgrenze hin sich erstreckenden Parthieen ist die Lage der äusseren Ganglienzellen viel weniger dicht gedrängt: ihre Elemente lassen, je weiter nach vorn, desto grössere Zwischenräume zwischen sich, in welche dann oft Elemente der äusseren Körnerschicht, oder auch innere Körnerzellen eingelagert sind. Die äusseren Ganglienzellen haben dann öfters keine Verbindung mit proximal gelegenen Zellen; ihre Distalfortsätze sind geringer entwickelt, und es finden sich Spuren von Lateralausläufern, freilich nur sehr selten und immer lediglich in Form ganz kleiner Höckerchen.

Die sich proximal anschliessende, äussere Körnerschicht ist im Augenhintergrunde 0,0201 mm mächtig. Sie verliert in ihrem Verlaufe gegen die Iris hin nichts von ihrer Stärke, nimmt eher ein wenig zu, denn sie geht in die an ihrer retinalen Grenze etwa 0,0286 mm dicke pars retinalis Iridis direkt und ohne Absatz über.

Die einfachen Körnerzellen sind in ihr auf vorliegender Entwicklungsstufe noch seltener geworden, als beim letzten Stadium, doch finden sie sich immer noch in den centralen Theilen der Schicht da und dort zwischen die gangliösen Elemente eingestreut. Sie haben dieselbe Form und dieselben Dimensionen, wie die inneren Körnerzellen und unterscheiden sich von diesen, abgesehen natürlich von der Stelle ihres Vorkommens, durch die zur Retinafläche stets ganz, oder doch nahezu senkrechte Richtung ihrer langen Achse. In den vom Augenhintergrunde entfernteren Theilen der Schicht nimmt die Zahl der äusseren Körnerzellen, Hand in Hand mit dem Zurücktreten der Ganglienzellen, immer mehr zu, sodass sie schon eine Strecke vor Erreichung der retinalen Irisgrenze weitaus den Hauptbestandtheil der äusseren Körnerschicht bilden.

Die schon für die letzte Entwicklungsstufe beschriebenen Zwischenganglienzellen sind jetzt viel häufiger geworden; eine eigentliche festgeschlossene Lage bilden sie indessen auch hier nicht, finden sich vielmehr bald eng aneinandergedrängt, bald durch oft beträchtliche Abstände geschieden, einmal dicht bei den äusseren Ganglienzellen, dann wieder mehr den Sehzellen genähert. Sie sind aber nunmehr ausschliesslich von kugeliger Gestalt und besitzen 0,0089, ihre Kerne 0,0070 mm Durchmesser, doch kommen nicht selten auch kleinere Zellen dieser Art vor. In den meisten Fällen lässt sich ein direkter Zusammenhang einer Zwischenganglienzelle, einerseits mit einer äusseren Ganglienzelle, andererseits mit einer Sehzelle, und zwar einer von der weniger entwickelten Art, durch einfachen Distal- resp. Proximalfortsatz nachweisen. Sonstige Ausläufer besitzen die fraglichen Zellen nicht.

Die Sehzellen occupiren nicht nur den proximalen Rand der Schicht, sondern fast die ganze proximale Hälfte derselben. Sie liegen bald dicht am Margo limitans externus, bald sind sie weit in die Tiefe gerückt. Die letzteren sind ausnahmslos als die am weitesten fortgeschrittenen zu erkennen. Die Sehzellen stehen auch hier auf sehr verschiedener Entwicklungsstufe und man findet solche, die schon ganz deutliche Zapfen mit weitgehender innerer Differenzirung entwickelt haben, neben anderen, die eben erst eine kugelförmige Auswachsung ihres proximalen Poles zeigen. Zwischen diesen beiden Stufen finden sich alle Arten von Uebergängen, so dass ich auch hier darauf verzichten muss, eine genaue Beschreibung sämmtlicher Sehzellen zu geben und nur die beiden Extreme, so weit ich sie eben habe feststellen können, behufs näherer Schilderung herausgreife.

Die augenscheinlich am weitesten entwickelte Form der Sehzellen findet sich vorwiegend in der *Retina* des Augenhintergrundes. Die Kornzelle, aus der die ganze Anlage herstammt, ist dabei mit ihrem proximalen Pole 0,0054 mm vom Margo limitans externus entfernt. Sie misst 0,0049 : 0,0036, ihr Kern 0,0038 : 0,0029 mm. Ihre lange Achse ist senkrecht zum Margo gestellt. Vom proximalen Pole geht ein in der Richtung der Hauptachse verlaufender, sehr dünner Stiel von 0,0038 mm Länge ab. An diesen schliesst sich weiterhin das Mittelglied (bei früheren Stadien als „Körper“ bezeichnet) des Sehelements. Dasselbe ist tonnenförmig, 0,0033 mm lang, hat etwa in der Mitte seine grösste Dicke mit 0,0019 mm, während seine beiden Enden 0,001 mm breit sind. Hierauf folgt dann proximal das kegelförmige Endglied mit einer Basisbreite von 0,001 mm, bei 0,0019 mm Höhe. Das Protoplasma der Kornzelle selbst und das des Stieles ist sehr fein und hell. Im Mittelglied wird dasselbe etwas trüber und ballt sich in den centralen Parthieen zu einem kernartigen, jedoch nicht scharf umschriebenen Körper zusammen. Das Protoplasma im Basistheile des Endgliedes ist wieder erheblich heller, und letzteres setzt sich dadurch, aber auch nur dadurch, gegen das Mittelglied deutlich ab. Die Spitze des ganzen Sehelementes ist von sehr dichtem, trübem Protoplasma erfüllt. Die beschriebene Art von Sehzellen steht durch einen vom distalen Pole der Kornzelle abgehenden Faden stets mit einer äusseren Ganglienzelle, niemals mit einer Zwischenganglienzelle im Zusammenhang.

Einige der am meisten zurückgebliebenen Sehzellen haben folgende Verhältnisse: Der proximale Scheitel der ellipsoidischen Kornzellen ist 0,0009 mm vom Margo limitans externus entfernt. Das Sehelement besteht einfach aus einer kegelförmigen Auswachsung des proximalen Zellpoles, die eine Länge von 0,0021, eine Basisbreite von 0,0016 mm besitzt. Die Spitze ragt hier also nur etwa 0,0012 mm über den margo hinaus. Differenzirung im Innern ist keine vorhanden; nur die äusserste Spitze erscheint leicht getrübt. Die Sehzellen dieses Ausbildungsgrades finden sich im Augenhintergrunde bloss vereinzelt, in den dem Irisanfang benachbarten Regionen der Sehzellschicht sind sie dagegen ziemlich zahlreich. Daneben treten dann noch tiefer stehende Formen auf, bei welchen die proximale Auswachsung nur die Gestalt der, für die früheren Stadien beschriebenen hohen, ja zuweilen sogar der niederen Kuppel besitzt.

Alle Sehzellen, welche nicht zur Klasse der oben beschriebenen, höchstentwickelten gehören, stehen stets durch einen Distalfortsatz mit einer Zwischenganglienzelle, niemals aber unmittelbar mit einer äusseren Ganglienzelle in Zusammenhang.

Proximal wird die gesammte Netzhaut von dem schon mehrfach erwähnten Margo limitans externus abgeschlossen, der sich in den Schnittpraeparaten jetzt als scharf ausgesprochene Linie präsentirt. Längs derselben hat sich die Zwischensubstanz der *Retina* sark verdichtet. Von einer Doppelkontourirung existirt indessen keine Spur.

Zwischen der äusseren und inneren Körnerschicht macht sich im Augenhintergrunde stellenweise eine Art von Spaltraum bemerklich. Es kommt nämlich zuweilen vor, dass die äusseren Ganglienzellen von den Zwischenganglienzellen weiter, als gewöhnlich entfernt sind, ohne dass der so frei gewordene Raum, wie das anderwärts dann wieder der Fall, etwa von äusseren Körnerzellen ausgefüllt würde. Dadurch entstehen gelegentlich zwischen beiden Schichten kleine Streifen, die lediglich von der protoplasmatischen Zwischensubstanz und den Verzweigungen der Müllerschen Fasern (siehe unten) ausgefüllt werden. Man darf darin möglicherweise die erste Anlage einer Granulosa externa sehen.

Auf die innere Körnerschicht folgt distal die Granulosa interna. Diese, beim letzten Stadium auf eine kleine Strecke im Umkreis des Sehnerven beschränkt, hat sich jetzt durch die Netzhaut in ihrer gesammten Ausdehnung, bis zum Irisanfange, verbreitet. Sie besteht aus grobem, protoplasmatischem Gerinnsel, das, sehr unregelmässig vertheilt, einen fleckigen Eindruck hervorbringt. Faserige Bestandteile, welche der Schicht eigenthümlich wären, kommen nicht vor. Von zelligen Elementen führt sie neben den Stützzellen noch die Reserveopticusganglienzellen. Sie hat eine Breite von 0,0229 mm im Augenhintergrund, und nimmt gegen vorn nur wenig ab.

Die Reserveopticusganglienzellen liegen in der Granulosa interna sehr unregelmässig zerstreut; bald finden sie sich nur vereinzelt (so z. B. in der Nähe des Opticusaustrittes), bald sind sie zu Gruppen zusammengedrängt, oder auf kurze Strecken zu 2–4 Horizontallagen angeordnet. Sie senden nach allen Seiten kurze Ausläufer, gehen aber dadurch keinerlei Verbindung ein. Meist sind sie kugelig und haben dann einen Durchmesser von 0,0076, ihre Kerne von 0,0052 mm. Daneben kommen aber auch, seltener im Augenhintergrunde, häufiger in den vorderen Parthieen der *Retina*, rundlich-ovale Elemente mit den Dimensionen 0,0079 : 0,0069 mm vor. Ihre Kerne messen 0,0058 : 0,0049 mm. Sie halten sich stets in nächster Nachbarschaft der inneren Ganglienzellen.

An die Granulosa interna schliesst sich distal die Schicht der Opticusganglienzellen an. Dieselbe hat im Augenhintergrund eine Mächtigkeit von 0,0140 mm. Ihre Zellen sind in einfacher, jedoch sehr unregelmässiger Lage angeordnet; es kommt dabei nicht selten vor, dass einzelne derselben weit in die Tiefe der Schicht gerückt erscheinen. Stellenweise sind sie dicht gedrängt, dann wieder finden sich weite Lücken zwischen ihnen. Die Ganglienzellen sind stets kugelig, 0,0089, ihr Kern 0,0067 mm dick. Ihr einziger Distalfortsatz, die Opticusfaser, ist wohl entwickelt. Lateralfortsätze finden sich nicht. Der proximale Hauptfortsatz ist bei jeder vorhanden und steht wohl immer im Zusammenhang mit einer inneren Ganglienzelle; freilich liess sich derselbe wegen der grossen Länge in seiner Kontinuität nur verhältnismässig selten absolut sicher nachweisen. Die proximalen Nebenfortsätze der Opticusganglienzellen sind sehr deutlich ausgeprägt, sehr zahlreich und ziemlich lang.

Als innerste eigentliche Retinaschicht endlich stellt sich diejenige der Opticus- und Bindegewebsfasern dar, welche im Augenhintergrund 0,0067 mm stark ist. Ueber die sie zusammensetzenden Elemente lässt sich nichts Neues angeben.

Betreffs der Flächenausdehnung der einzelnen Netzhautschichten respective Zellenlagen ist Folgendes zu erwähnen:

Die äussere Körnerschicht geht, wie schon bemerkt, direkt in den mehrschichtigen Theil der pars retinalis Iridis über. Sehzellen finden sich am Aussenrande der gesammten eigentlichen *Retina*, doch lässt sich nicht verkennen, dass sie in den dem Augenhintergrunde näher gelegenen Parthieen stets im Allgemeinen in der Entwicklung weiter voran sind, als in den davon mehr entfernten Theilen derselben. Die höchstentwickelten Sehelemente verschwinden dorsal schon in einer Entfernung von 0,0325 mm von der Irisgrenze vollständig; ventral hören sie sogar schon 0,0715 mm vor diesem Punkte auf. Lange vorher sind sie indessen, dorsal wie ventral, gegenüber den niedrigeren Formen viel seltener geworden.

Die innere Körnerschicht hört an der proximalen Irisgrenze auf. Die äusseren Ganglienzellen verschwinden schon eine kleine Strecke vorher, nachdem sie längst nur noch vereinzelt aufgetreten waren, und ähnlich verhalten sich die Zwischenganglienzellen. Die inneren Ganglienzellen und Reserveopticusganglienzellen gehen vom Augenhintergrunde bis zum Irisanfang, doch sind auch sie dort gedrängter, hier lockerer und zerstreuter angeordnet.

Dasselbe Verhalten zeigen die eigentlichen Opticusganglienzellen, die aber die hintere Irisgrenze nicht ganz erreichen. Im Zusammenhang damit hört auch die Schicht der Opticusfasern schon vorher auf, während die Bindegewebsfaserschicht noch etwa bis gegen die Mitte des Verlaufes der retinalen Irisanlage hin sich fortsetzt.

Als bindegewebige Bestandtheile der Netzhaut treten zunächst die Stützfasern und Stützzellen, sowie die Limitans interna hervor.

Letztere ist nunmehr in ihrer ganzen Ausdehnung zu einer vollkommenen Membran geworden und zeigt keine Spur ihrer Entstehung aus Faserzügen mehr.

Die Stützfasern haben einen etwas gestreckteren Verlauf gewonnen. Sie inseriren an der Membrana limitans interna grösstentheils in der Art, dass sie einfach senkrecht aus ihr hervorzuwachsen scheinen; einzelne haben jedoch bereits die sogenannten dreieckigen Füsschen entwickelt, d. h. ihr proximales Ende hat sich kegelförmig erweitert und scheint mit seiner Basis der Membran anzusitzen. Die Stützfaser, oder Müller'sche Faser, bildet also scheinbar nicht mehr einen Theil der Membrana limitans interna selbst, sondern ist ihr nur gleichsam angeklebt: die innere Linie der auf dem Schnittpräparate doppelt contourirt erscheinenden Haut wird von der Stützfaser nicht mehr durchbrochen. Die Müller'schen Fasern geben fast während ihres ganzen Verlaufes durch die Netzhaut Seitenästchen ab. Besonders reichlich sind diese Verzweigungen in der Bindegewebsfaserschicht, weiterhin zwischen den äusseren und den Zwischenganglienzellen, und vor Allem in jenen Spalträumen, die ich als erste Andeutung einer Granulosa externa aufzufassen geneigt bin. Ganz ohne Verästelung scheinen die Stützfasern nur während ihres Weges durch die distale Hälfte der inneren Körnerschicht, sowie im Gebiete der Sehzellen zu sein. Sie lassen sich über den Margo limitans externus hinaus bis zum Pigmentepithel verfolgen, in welchem sie verschwinden.

Die Stützzellen, den Fasern immer nur angelagert, aber auch häufig ohne deren Begleitung auftretend, haben eine Länge von 0,0126 mm, eine Breite von 0,004 mm. Ihre Kerne sind 0,0096 mm lang und 0,0029 mm dick. Mit Ausnahme der innersten Netzhautschicht, derjenigen der Opticus- und Bindegewebsfasern, finden sie sich in der ganzen *Retina*, und zwar ziemlich gleichmässig vertheilt: nur in der proximalen Hälfte der Opticusganglienschicht scheinen sie etwas spärlicher vertreten zu sein. Zwischen den Sehzellen erscheinen sie reichlich, ragen indessen niemals über den Margo limitans externus hinaus.

Die im Opticusumkreise der Netzhaut inwendig aufgelagerte Schicht hat wenig Veränderung erfahren. Ihre Maximaldicke, entsprechend der Höhe des oben beschriebenen Kegels, ist dieselbe geblieben; ihre Flächenausdehnung hat aber anscheinend etwas zugenommen, so dass sie sich jetzt vom Sehnervenaustritt aus allerseits etwa 0,05 mm weit über die Innenfläche der Netzhaut hinzieht.

Freilich ist es schwer, hier genaue Maſse anzugeben, da die Schicht in ihren Randparthieen ganz unmerklich in die Bindegewebsfaserschicht übergeht. Blut findet sich in ihr auch jetzt noch an keiner Stelle, abgesehen von den aus dem Vitreum stammenden Gefässstämmchen, die ihre Randparthieen quer durchsetzen.

Stadium VIII (19,7 mm).

Im Augenhintergrund jetzt 0,0941 mm mächtig nimmt die *Retina* gegen die Iris hin an Stärke immer mehr ab und misst schliesslich, kurz vor dem proximalen Irisrande, noch ca. 0,0414 mm.

Die innere Körnerschicht ist im Augenhintergrunde 0,0334 mm dick und behält diese Stärke in ihrer ganzen Flächenausdehnung nahezu bei.

Ihre Hauptmasse bilden ebenfalls wieder die inneren Körnerzellen mit den Maſsen 0,0046 : 0,0033 mm für die Zelle, 0,0039 : 0,0030 mm für den Kern. Die lange Achse dieser Zellen zeigt gar keine streng festgehaltene Richtung: in der Mehrzahl der Fälle ist sie zwar senkrecht zum Margo limitans externus gestellt, sehr häufig macht sie mit dieser Richtung aber einen mehr oder weniger grossen Winkel, ja gelegentlich verläuft sie sogar parallel der Retinafläche. Die inneren Körner finden sich vorwiegend in den centralen Parthieen der Schicht, sie kommen jedoch auch zuweilen zwischen den Elementen des distalen, niemals jedoch zwischen denen des proximalen Randes vor.

Die inneren Ganglienzellen, im distalen Theile der Schicht, sind sehr unregelmässig angeordnet. Sie liegen oft in einfacher, meist aber in doppelter Lage, im letzteren Falle in der Art, dass die tiefer in der Schicht gelegenen Ganglienzellen hinter die Zwischenräume zwischen den dem distalen Rande genäherten zu liegen kommen. Eine Verbindung der beiden Zellenlagen unter einander findet in keiner Weise statt. Die Ganglienzellen haben 0,0062 mm im Durchmesser, ihr Kern 0,0046 mm. Ihre Fortsätze zeigen gegenüber dem vorigen Stadium keine Veränderung. Wie dort, existieren wohlentwickelte Proximalausläufer, welche aber keinerlei Verbindung eingehen. Ebenso fehlen alle Lateralfortsätze, und ist der einzige Distalfortsatz wohl entwickelt und vermittelt den Connex mit einer Opticusganglienzelle.

Die äusseren Ganglienzellen bilden eine einfache, indessen auch nicht sehr regelmässige Lage. Sie haben einen Durchmesser von 0,0066, ihr Kern von 0,0053 mm. Lateralfortsätze fehlen, oder sind in den ganz seltenen Fällen, wo sie vorkommen, auf höckerförmige Andeutungen beschränkt. Die distalwärts gerichteten Ausläufer sind zahlreich und ziemlich lang, treten aber ebenfalls mit keinerlei anderen Elementen in Zusammenhang. Die Proximalfortsätze sind sehr stark entwickelt und besorgen, mittelbar oder unmittelbar, die Verbindung mit den Sehzellen.

Die äussere Körnerschicht, (Taf. IV, Fig. 48), welche sich beinahe in der ganzen Ausdehnung der *Retina* proximal unmittelbar an die innere anschliesst, hat im Augenhintergrund 0,0194 mm Dicke und hält sich in dieser Stärke bis zur proximalen Irisgrenze.

Hinsichtlich der Körnerzellen lässt sich gegenüber dem letzten Stadium abermals ein Rückgang in der Anzahl konstatiren, doch gilt dies auch hier nur für die Parthieen des Augenhintergrundes. In den mehr nach vorn gelegenen Theilen der äusseren Körnerschicht nimmt ihre Zahl immer mehr zu und überwiegt schon eine ganze Strecke vor der Irisgrenze über die aller anderen Elemente bei Weitem. Die äusseren Körnerzellen sind, was ihre Form betrifft, in Nichts von den inneren verschieden. Ihre lange Achse verläuft aber viel regelmässiger, meist ganz, oder doch nahezu senkrecht zur Netzhautoberfläche.

Die Zwischenganglienzellen scheinen ebenfalls eine Vermehrung erfahren zu haben. Es kommen von ihnen nunmehr 2 Arten vor: rundlich-ovale und kugelige, wobei die ersteren entschieden die Mehrzahl bilden. Diese messen 0,0056 : 0,0046, ihre Kerne 0,0046 : 0,0039 mm. Die kugeligen haben einen Durchmesser von 0,0051, ihre Kerne von 0,0042 mm. Beide Arten besitzen stets nur je einen einzigen, proximalwärts und einen einzigen, distalwärts gerichteten Fortsatz, sonst nirgends eine Spur von Ausläufern. Auffallend ist, dass bei den rundlich-ovalen Zwischenganglienzellen die Fortsätze keineswegs immer gerade von den Polen abzugehen brauchen, sondern sich oft seitlich von denselben abgeschickt finden.

Die Sehzellen (Taf. IV, Fig. 48), zeigen dieselbe Mannigfaltigkeit in ihrem Ausbildungsgrade, wie bei den vorhergehenden Stadien, und muss ich zu ihrer Veranschaulichung auf die Abbildungen verweisen. Ich will indessen, wie bisher, auch hier wenigstens auf die auffallendsten Formen kurz eingehen:

Bei einer der am weitesten ausgebildeten, also auch wohl ältesten Sehzellen (Taf. IV, Fig. 48 a) ist der proximale Pol der Kornzelle vom Margo limitans externus 0,0065 mm entfernt. Die Kornzelle selbst misst 0,0065 : 0,0046, ihr Kern 0,0043 : 0,0039 mm. Die lange Achse ist senkrecht zum Margo gerichtet. Es folgt proximal ein 0,0046 mm langer Stiel, an welchen sich ein ellipsoidisches Mittelglied von 0,0039 mm Länge und 0,0026 mm Dicke ansetzt. Den Beschluss bildet das kegelförmige Endglied, das bei 0,0012 mm Basisbreite eine Länge (oder Höhe) von 0,0019 mm besitzt. Das Protoplasma von Kornzelle und Stiel ist sehr fein und hell; das des Mittelgliedes ist in der distalen Hälfte leicht getrübt und dichter; es geht dann allmählich in das wieder ganz feine, helle der proximalen Hälfte über. Das Endglied ist von sehr dichtem, dunklem Protoplasma gleichmässig erfüllt und äusserst scharf gegen das helle Mittelglied abgesetzt, ohne dass indessen eine trennende Membran existieren würde.

Eine andere häufiger vorkommende Art von Sehzellen (Taf. IV, Fig. 48 b), zeigt folgende Verhältnisse. Die Kornzelle stösst mit ihrem proximalen Pole an den Margo limitans externus, oder hält sich wenigstens in dessen nächster Nähe. Sie besitzt die Maſse: 0,0085 : 0,0046, ihr Kern 0,0046 : 0,0033 mm. Ihre lange Achse ist gegen den Margo stets unter mehr, oder weniger spitzem Winkel geneigt. An den proximalen Zellpol setzt sich nun, mit einer Basisfläche von 0,0028 mm Durchmesser, ein Mittelglied, und weiterhin, als dessen unmittelbare Fortsetzung, ein Endglied an. Beide zusammen besitzen auf Schnitten, welche das Sehelement der Länge nach getroffen haben, die Form eines kurzen, breiten, in eine scharfe Spitze auslaufenden Blattes, dessen grösste Breite mit der Grenze zwischen Mittel- und Endglied zusammenfällt und 0,0032 mm beträgt. Die Länge des Mittelgliedes beträgt 0,0013, die des Endgliedes 0,0020 mm. Kornzelle und Mittelglied stehen in direktem Zusammenhang: das erfüllende Protoplasma bietet in beiden Theilen dasselbe Bild. Den Inhalt des Endgliedes bildet dichtes, dunkles Protoplasma, das gegen das feine, helle des Mittelgliedes ungemein scharf abgesetzt ist. Das proximale Ende des Mittelgliedes ist convex, das entsprechend concave Endglied sitzt ihm scheinbar haubenförmig auf.

Eine dritte, im Augenhintergrunde zwar sehr selten, desto häufiger aber in den vorderen Abschnitten der Sehzellschicht sich findende Art von Sehzellen (Taf. IV, Fig. 48 c) wird repräsentirt durch einfache Kornzellen, die noch nicht über das Stadium der kegelförmigen proximalen Auswachsung hinausgekommen sind. Eine weitere Differenzirung hat weder ihre Form erhalten, noch findet sich eine solche im Innern, man müsste denn die, oft kaum merkliche, leichte Trübung der ausgewachsenen Spitze als eine solche in Anspruch nehmen. Diese erreicht den Margo limitans externus in den meisten Fällen nicht. Der distale Zellpol liegt ziemlich weit in der Tiefe der Schicht versenkt, niemals jedoch soweit, als dies bei den beschriebenen höchstentwickelten Sehzellen der Fall ist.

Sämmtliche Sehzellen, mit alleiniger Ausnahme einiger weniger, noch ganz gering entwickelter, aus den der Iris unmittelbar angrenzenden Theilen der Netzhaut, stellen durch einen Distalfortsatz die Verbindung mit den äusseren Ganglienzellen her. Bei den höchstentwickelten geschieht dies unmittelbar, und es steht dann stets nur eine solche Sehzelle mit einer äusseren Ganglienzelle in Zusammenhang. Bei allen weniger hoch ausgebildeten Sehzellen schiebt sich aber scheinbar in die Leitung noch eine weitere Zelle ein. Die Sehzelle sendet dann ihren Distalfortsatz ab, und eine Zwischenganglienzelle nimmt ihn auf, und zwar immer nur einen einzigen. Diese sendet dann selbst wieder distalwärts einen starken Ausläufer, der mit einer äusseren Ganglienzelle in Verbindung tritt. Von den letzteren kann alsdann eine einzige auf diese Weise entweder wieder mit nur einer einzigen Zwischenganglienzelle, oder aber mit mehreren derselben (bis zu 4) zugleich Verbindung erhalten.

Der Margo limitans externus ist scharf und deutlich ausgedrückt. Veränderungen sind in und an ihm keine eingetreten.

Die Spuren einer Granulosa externa zwischen innerer und äusserer Körnerschicht sind zahlreicher geworden, doch haben die Spalträume an Breite nicht zugenommen.

Distal schliesst sich an die innere Körnerschicht die Granulosa interna an. Ihre Mächtigkeit beträgt, im Augenhintergrunde, wie in der Nähe der Iris, konstant etwa 0,0196 mm. Ihr Bau hat sich in nichts verändert. Die in ihr liegenden Reserveopticusganglienzellen sind viel zahlreicher geworden und liegen noch ebenso unregelmässig zerstreut. Sie sind jetzt sämmtlich von kugeliger Gestalt mit einem Durchmesser von 0,0066 mm für die Zelle, 0,0056 für den Kern. Bezüglich ihrer allseitigen Fortsätze ist nichts Neues zu bemerken.

Die nun folgende Schicht der Opticusganglienzellen hat eine Dicke von 0,0133 mm. Ihre Zellen sind ebenfalls sehr unregelmässig angeordnet; stellenweise liegen sie sogar in zwei Reihen hintereinander, dergestalt, dass die Elemente der tiefer in der Netzhaut steckenden Lage hinter den Zwischenräumen zwischen den Zellen der den distalen Rand einnehmenden Schicht ihren Platz erhalten haben. Sie sind sämmtlich kugelig; ihr Durchmesser beträgt 0,0079, der ihres Kernes 0,0053 mm. Ihre proximalwärts gerichteten, zahlreichen, feinen Fortsätze haben weder, was Länge, noch, was Stärke betrifft, gegen das vorige Stadium eine Veränderung aufzuweisen. Ihr proximaler Hauptfortsatz ist stets in Verbindung mit einer Zelle der inneren Ganglienschicht. Der einzige Distalfortsatz, die Opticusfaser, zeigt nichts Neues. Seitenfortsätze existiren nirgends.

Die Betrachtung der Flächenausbreitung der einzelnen Netzhautschichten zeigt Folgendes:

Die Sehzellen finden sich, vom Augenhintergrunde ausgehend, bis zum Beginn der Iris. Es ist jedoch dabei zu bemerken, dass die höher und höchstentwickelten Formen derselben entweder auf die Parthieen des Augenhintergrundes beschränkt sind, oder doch sich in den davon entfernteren Theilen der *Retina* nur noch vereinzelt finden. So gehen z. B. diejenigen Sehelemente, welche unter allen die weitgehendste Differenzirung aufweisen, d. h. diejenigen, welche mit den äusseren Ganglienzellen in direkter Verbindung stehen, in der dorsalen Netzhaut nicht über die distale Grenze des proximalen

Augendrittels hinaus; ventral reichen sie etwas weiter nach vorn, jedoch auch niemals über das Niveau des Augenaequators weg. Sämmtliche Ganglienzellenlagen (mit Ausnahme der Zwischenganglienzellen, die eine Strecke vorher aufhören) erstrecken sich bis zur proximalen Irisgrenze, also bis zum vorderen Ende der eigentlichen Netzhaut. Ebenso verhalten sich, wie schon oben gezeigt, die inneren Körnerzellen und die Granulosa interna. Die äussere Körnerschicht setzt sich durch ihre Körnerzellen in die mehrschichtige pars retinalis Iridis fort. Die Bindegewebsfaserschicht bildet eine Strecke über die Grenze zwischen Netzhaut und Iris hinaus den inneren Rand der letzteren.

Was die übrigen Bindegewebstheile der *Retina* betrifft, so zeigen Stützfasern und Stützzellen in ihrem Verhalten nichts Neues. Nur die Grössenverhältnisse der letzteren haben sich geändert, denn sie messen jetzt 0,0099 : 0,0026, ihre Kerne 0,0072 : 0,0020 mm. Die Stützfasern lassen sich nur bis an das Pigmentepithel verfolgen, in dessen Pigmentmassen sie verschwinden.

Der Kegel, den die von der foetalen Augenspalte aus dem Innenrande der Netzhaut aufgelagerte Bindegewebsschicht bildet, hat sich etwas abgeflacht; er besitzt nur noch eine Höhe von 0,03 mm. Die Flächenausdehnung der Schicht scheint etwas zugenommen zu haben.

Stadium IX (22,3 mm). Taf. V. Fig. 59.

Die Netzhaut dieses Embryo ist im Augenhintergrund 0,1113 mm dick. Sie hält sich bis kurz vor der proximalen Irisgrenze in derselben Mächtigkeit, geht aber dann rasch, dorsal wie ventral, auf 0,0455 mm herunter.

Die innere Körnerschicht hat eine Stärke von 0,0359 mm im Augenhintergrunde. Die Körnerzellen machen etwa die Hälfte ihrer sämmtlichen zelligen Bestandtheile aus; sie sind rundlich-oval und zeigen die Verhältnisse 0,0049 : 0,0036, ihre Kerne 0,0039 : 0,0033 mm. Ihre lange Achse verläuft im Allgemeinen annähernd senkrecht zur Oberfläche der Netzhaut. Die inneren Ganglienzellen bilden eine einfache, jedoch nicht sehr regelmässige Lage. Oefters finden sich einzelne von ihnen ein Stück weit in die Tiefe der Schicht, und andrerseits auch, freilich viel seltener, ein wenig in die distal sich anschliessende Granulosa interna hinein verschoben. Sie sind kugelig und haben einen Durchmesser von 0,0059, die Kerne von 0,0049 mm. Ihre Proximalausläufer sind wohlentwickelt, zahlreich und ziemlich lang. Lateralfortsätze fehlen gänzlich. Von distalen Fortsätzen findet sich in den meisten Fällen nur der eine, sehr starke, durch welchen die Zelle mit Elementen der Opticusganglienschicht in Verbindung tritt. Ganz selten lassen sich indessen ausserdem noch einzelne feine Nebenausläufer constatiren, die, ebenfalls distalwärts gerichtet, in die Granulosa interna hineinragen, dort aber bald verschwinden.

Die den proximalen Rand der inneren Körnerschicht bildende, ebenfalls einfache Lage der äusseren Ganglienzellen ist viel regelmässiger angeordnet. Ihre kugeligen Elemente sind grösser (Zelle 0,0079, Kern 0,0059 mm Durchmesser) und liegen enge aneinander gedrängt. Hinsichtlich ihrer Ausläufer gilt das für's vorige Stadium Gesagte.

In den centralen Theilen der inneren Körnerschicht finden sich jetzt wieder reichliche, kugelige Ganglienzellen, die nach allen Richtungen kurze, feine Ausläufer abgehen lassen, ohne vermittelst derselben aber irgend welche direkte Verbindung einzugehen. Ihr Durchmesser, sowie der ihrer

Kerne, kommt demjenigen der inneren Ganglienzellen, resp. demjenigen von deren Kernen im Allgemeinen gleich, doch finden sich auch gelegentlich kleinere Exemplare. Die beschriebenen Zellen, grössere und kleinere, halten sich vorwiegend in der Nähe der inneren Ganglienzellen, doch kommen auch viele in der Nachbarschaft der äusseren vor. Sie sind zweifellos auch bei diesem Stadium wieder als Reserveelemente, und zwar für beide Ganglienzellenlagen, aufzufassen.

Die äussere Körnerschicht, die sich an die innere proximal unmittelbar anschliesst, ist im Augenhintergrund 0,0182 mm dick. Die Körnerzellen sind in ihr sehr spärlich vertreten und, was die Richtung ihrer Hauptachsen betrifft, ganz unregelmässig gelagert. Sie messen 0,0059 : 0,0049, ihre Kerne 0,0046 : 0,0033 mm.

Die Sehzellen formiren mit ihren Kornzellen an der äusseren Netzhautgrenze zwei hintereinander liegende Schichten, von denen freilich die innere sehr lückenhaft ist und häufig durch andere Zellen, innere Körner oder Zwischenganglienzellen, unterbrochen wird. Auch die äussere Lage, obwohl entschieden geschlossener, zeigt noch mannigfache Unterbrechungen. Man kann bei den Sehzellen die Aufstellung von zwei Serien, die sich durch ihren Ausbildungsgrad unterscheiden, durchführen. Die erste, augenscheinlich ältere, derselben bilden diejenigen, deren Kornzellen, wie bereits beschrieben, mehr in der Tiefe der Schicht liegen. Die jüngere Serie ist dem Rande genähert. Diese Eintheilung kann indessen keineswegs ganz strenge durchgeführt werden, da sich zwischen beiden Serien häufig genug Uebergangsstadien finden, sowohl was die Lage der Kornzellen, als was den Ausbildungsgrad der Sehelemente selbst betrifft. Auch innerhalb der Serien stehen die Sehzellen durchaus nicht etwa alle auf derselben Stufe der Entwicklung. Für die Serie I, diejenige der älteren, kann als gemeinsames Merkmal stets der Umstand gelten, dass sich hier die Sehelemente immer scharf in die vier Theile: Kornzelle, Stiel, Mittelglied und Endglied differenzirt haben. Freilich kommt diese Gliederung auch häufig bei Zellen der Serie II vor; das Merkmal ist also nur ein negatives: fehlt es, so kann das Element nicht zur älteren Abtheilung gehören.

Die Kornzellen der Serie I liegen, wie mehrfach bemerkt, stets eine Strecke (Maximum 0,0054 mm) vom äusseren Netzhautrand entfernt, während diejenigen der Serie II ihn fast immer direkt berühren und nur ganz selten, und dann auch immer höchstens ein ganz kleines Stückchen weit, in die Tiefe der *Retina* hineingerückt sind.

Bei Beschreibung der Sehzellen im Besonderen mag es wieder genügen, wenn ich einzelne der „typischen“ Exemplare, wenn man diesen Ausdruck gebrauchen darf, herausgreife.

Die entschieden höchstentwickelten Sehzellen der Serie I zeigen folgende Verhältnisse. (Taf. V, Fig. 59 a.) Die Kornzelle ist mit ihrem proximalen Pole 0,005 bis 0,0054 mm von der äusseren Retinagrenze entfernt. Sie ist oval und misst 0,0066 : 0,0053 mm; ihre lange Achse steht stets senkrecht zur Netzhautoberfläche. Ihr Kern, das Korn, zeigt die Maſse 0,0053 : 0,0043 mm. Der in der Richtung der Hauptachse gegen den äusseren Netzhautrand hinziehende Stiel ist sehr schmal; er hat eine Länge von 0,0016 mm. An ihn schliesst sich das tonnenförmige Mittelglied, das bei einer Maximaldicke von 0,0023 mm, an seiner distalen, wie an seiner proximalen Grenze 0,0016 mm breit ist. Das Endglied hat eine convexe Basis, mit welcher es in eine entsprechende Concavität des Mittelgliedes eingelassen erscheint. Es besitzt Kegelgestalt und hat eine Höhe von 0,0033 mm, bei 0,0016 mm Basisbreite. Stiel und Mittelglied gehen ohne innere Grenze ineinander über. Sie sind von ziemlich trübem, dichtem Protoplasma gleichmässig erfüllt, das sich gegen das weit hellere des basalen Endgliedes sehr scharf abhebt. Die Spitze des letzteren erscheint dann wieder etwas dunkler. Distalwärts endigt die Kornzelle in einen Faden, vermittelst dessen sie in direkten Zusammenhang mit einer der äusseren Ganglienzellen tritt, die nur diesen einzigen Ausläufer in sich aufnimmt.

Bei einer anderen, etwas selteneren Sehzellenart der Serie I (Taf. V, Fig. 59 b) hält sich die Kornzelle vom äusseren Rande der Schicht 0,0018—0,0052 mm entfernt und zeigt die Verhältnisse 0,0059 : 0,0046, während ihr Kern 0,0049 : 0,0036 mm misst. Ihre lange Achse verläuft ebenfalls senkrecht zur Retinafläche. Der Stiel ist 0,0026 mm lang. Das proximal folgende, 0,0026 mm lange Mittelglied hat die Form eines Kegels mit distalwärts gerichteter Spitze. Seine Basis ist 0,0020 mm breit. Hieran schliesst sich das in eine scharfe Spitze ausgezogene, kuppelförmige Endglied. Dasselbe hat auf dem Längsschnitte die Gestalt eines Blattes, welches an seiner, dem Mittelglied anliegenden Basis 0,0020 mm breit ist, dann, etwa in der Mitte seiner 0,0039 mm betragenden Länge, auf 0,0026 mm anschwillt, um rasch wieder abzunehmen und, wie gesagt, in einer Spitze zu endigen. Was das Innere der Anlage betrifft, so setzt sich die ganz helle Kornzelle in den etwas dunkleren Stiel, dieser in das Mittelglied mit allmählichem Uebergang in der Dichtheit des erfüllenden Protoplasmas fort. Das dunkle Mittelglied ist gegen das sehr feine, helle Protoplasma des basalen Endgliedes scharf abgehoben. Die Spitze des letzteren ist dann wieder dunkler. Distalwärts hängt auch hier immer nur eine einzige solche Sehzelle mit einer einzigen äusseren Ganglienzelle, und zwar direkt, durch Fortsatz, zusammen.

Bei einer dritten, noch weniger häufig vorkommenden Zellart (Taf. V, Fig. 59 c) der Serie I ist die Kornzelle von der proximalen Netzhautgrenze niemals weiter als 0,0039 mm entfernt. Sie ist ungefähr kugelig und hat 0,0050, ihr ebenso gestalteter Kern 0,0040 mm Durchmesser. Der Stiel ist 0,0013 mm lang. Es folgt nun das Mittelglied in Gestalt eines 0,0033 mm hohen Kegels, dessen Spitze die Fortsetzung des Stieles bildet, während die 0,0026 mm breite Basis mit derjenigen des ebenfalls conischen Endgliedes zusammenfällt. Die Grundfläche des letzteren ist jedoch nur 0,0020 mm breit; seine Länge stellt sich auf 0,0039 mm. Das die ganze Anlage füllende Protoplasma ist sehr hell und fein; leichte Verdichtungen kommen nur im distalen Theile des Mittelgliedes, sowie in der Spitze des Endgliedes vor; scharfe, durch eine verschiedene Dichtigkeit des Protoplasmas hervorgerufene Abgrenzungen der einzelnen Glieder gegeneinander fehlen im Innern der Sehzelle vollständig. Auch sie steht mit einer äusseren Ganglienzelle in direkter Verbindung.

Von den Sehzellen der Serie II zeigt die am weitesten vorgeschrittene, übrigens sehr seltene Art folgendes Verhalten. Die Kornzelle stösst, wie in dieser Serie fast immer der Fall, an den Aussenrand der Netzhaut. Sie ist 0,0046 mm lang und 0,0039 mm dick; ihr Kern hat die Maſse 0,0033 : 0,0029 mm. Die lange Achse ist häufig gegen die Oberfläche der Netzhaut ein wenig geneigt. Der an die Kornzelle sich proximal anschliessende, dünne Stiel ist 0,0016 mm lang und geht in die Spitze des Kegels über, der das Mittelglied darstellt. Dieses hat eine Länge von 0,0033 mm bei 0,0023 mm Basisbreite. Das nun folgende Endglied, ebenfalls kegelförmig, setzt sich mit seiner 0,0013 mm breiten Basis an das Mittelglied an. Es ist 0,0020 mm lang. Scharfe Grenzen im Innern lassen sich bei diesen Sehzellen nicht erkennen. Das dunklere Protoplasma des Stiels und des distalen Mittelgliedes geht ganz allmählich in das feine, helle über, welches das proximale Mittelglied und das basale Endglied erfüllt, und dieses ebenso wieder in die dichteren, dunkleren Parthieen der Spitze.

Eine direkte Verbindung mit äusseren Ganglienzellen existirt nicht. Den Zusammenhang vermitteln immer Zwischenganglienzellen, welche die Distalfortsätze der Kornzellen aufnehmen und durch ihrerseits distalwärts abgesandte Ausläufer mit einer Ganglienzelle in Connex stehen. Es kommt hiebei öfters vor, dass eine einzige von den letzteren die Fortsätze mehrerer Zwischenganglienzellen auf sich vereinigt. Diese sind von kugeliger Gestalt. Sie haben einen Durchmesser von 0,0066, ihr Kern von 0,0053 mm.

Die grosse Mehrzahl der die Serie II bildenden Sehzellen ist indessen viel weniger hoch ausgebildet, als die soeben beschriebenen. Vor Allem fehlt es dabei an einem eigentlichen Stiel, und ebenso lässt sich eine Trennung des Sehelementes in Mittel- und Endglied meist nicht einmal in der ersten Andeutung erkennen. (Taf. V, Fig. 59 d, e.) Die Kornzelle, die der äusseren Retinagrenze stets unmittelbar anliegt, misst 0,0066 : 0,0050, das Korn 0,0046 : 0,0042 mm; die Längsachse zeigt oft eine beträchtliche Neigung gegen die Oberfläche der Netzhaut. Das durch die proximale Auswachsung der Kornzelle gebildete Sehelement hat, auf dem Längsschnitte betrachtet, die Gestalt eines kurzen, gedrungenen, in eine Spitze auslaufenden Blattes. Seine 0,0016 breite Basis legt sich an den Proximalpol der Kornzelle an; es ist 0,0029 mm lang und hat eine Maximalbreite von 0,0023 mm. Gegen die Kornzelle ist die Anlage des Sehelementes stets scharf abgesetzt, da es in seinen distalen Parthieen aus sehr dichtem, dunklem Protoplasma besteht, während dasjenige der Kornzelle selbst ganz fein und hell ist. Die Spitze der Sehzelle ist ebenfalls dunkel, wie überhaupt alle peripherischen Parthieen der ganzen Anlage. Nur ihre centralen Theile, soweit sie eben nicht der Spitze oder dem Basaltheil angehören, zeigen erheblich helleren Inhalt. Die Verbindung mit den äusseren Ganglienzellen vollzieht sich ausschliesslich durch Vermittlung von Zwischenganglienzellen in der geschilderten Weise.

Eine der beschriebenen sehr ähnliche Zellart (Taf. V, Fig. 59 f) unterscheidet sich von ihr in der Hauptsache nur dadurch, dass sich der Basaltheil des Sehelements ein wenig verdünnt (bis auf etwa 0,0013 mm) und etwas gestreckt hat, wobei er jedoch höchstens eine Länge von 0,001 mm erreicht. Es ist darin aber immerhin der Anfang einer Stielbildung nicht zu verkennen.

In den vom Augenhintergrund entfernten Theilen der Sehzellschicht kommen auch noch niedriger stehende Formen von Sehzellen vor; nur äusserst selten jedoch finden sich darunter solche, die noch einfach auf der Stufe der Körnerzelle stehen. Die Form der hohen Kuppelzelle, wie sie sich auf früheren Entwicklungsstufen so häufig fand, scheint hier im Allgemeinen die untere Grenze der Sehzellausbildung darzustellen.

Der Margo limitans externus der früheren Stadien hat sich nunmehr ein bedeutendes Stück weiter entwickelt. An seiner Stelle zeigt sich jetzt eine Art doppeltcontourirter Membran, deren äussere Begrenzung sehr scharf ausgesprochen ist, während sich die innere noch nicht als deutliche Linie, sondern nun ihrerseits wieder als Grenze der protoplasmatischen Zwischensubstanz darstellt. Diese zeigt hier ganz dieselbe Verdichtung, die auf früheren Entwicklungsstufen die einzige äussere Begrenzung der äusseren Körnerschicht, also den Margo gebildet hatte. Der Raum innerhalb der äusseren Contour ist von ungemein feinem, absolut gleichmässigem, hellem Protoplasma erfüllt. Von den, bei den letztbeschriebenen Stadien nachweisbaren Anfängen einer Granulosa externa zwischen äusserer und innerer Körnerschicht konnte ich hier keine Spur finden.

Auf die innere Körnerschicht folgt dann distalwärts die Granulosa interna, im Augenhintergrund 0,0393 mm stark, die ihrer Hauptmasse nach aus ziemlich grobem, fleckig aussehendem, protoplasmatischem Gerinnsel besteht. Die sich ausserdem in ihr findenden Ganglienzellen stellen ausschliesslich Reserveelemente für die Opticusganglienschicht dar. Sie sind sehr zahlreich und lassen eine, freilich keineswegs strenge durchgeführte, Anordnung in zwei Horizontallagen erkennen, von denen die eine sich in der Nähe der inneren Ganglienzellen hält, während die andere etwa in der Mitte zwischen jenen und den Opticusganglienzellen hinzieht. Dazwischen schieben sich aber noch häufig Ganglienzellen derselben Art, die den Uebergang der verschiedenen Lagen ineinander zu vermitteln scheinen. Die Reserveopticusganglienzellen besitzen meistens die Dimensionen der Opticusganglienzellen selbst (Durchmesser 0,0079, Kern 0,0053 mm). Es kommen aber auch kleinere vor, und daneben, freilich ganz selten, solche, die nicht kugelig sind, sondern rundlich-ovale Gestalt besitzen. Sie senden sämmtlich nach allen Seiten feine, kugelige Ausläufer, treten aber damit in keine Beziehung untereinander, oder zu anderen Zellen, und zwar weder durch direkten Zusammenhang, noch durch Contakt. Bei einzelnen von ihnen, die den Opticusganglienzellen am nächsten liegen, hat sich zuweilen ein distalwärts gerichteter Fortsatz besonders stark und lang entwickelt und lässt sich dann oft bis zwischen die Opticusganglienzellen hinein, weiter aber niemals verfolgen.

Ausserdem tritt in der Granulosa interna noch eine weitere Art von Zellen auf, die mit den inneren Körnerzellen die grösste Aehnlichkeit haben. Dieselben sind ebenfalls rundlich-oval, und ihre Kerne besitzen dieselben Dimensionen, wie jene (0,0039 : 0,0033 mm); die Zellen selbst sind aber meistens etwas grösser (0,0063 : 0,0039 mm). Sie sind zwar viel weniger zahlreich, als die Ganglienzellen der Schicht, finden sich aber doch immerhin ziemlich häufig, besonders in deren proximaler Hälfte. Seltener sind sie in der Nähe der Opticusganglienzellen, fehlen indessen auch hier keineswegs gänzlich. Es handelt sich dabei m. E. um innere Körnerzellen, die, von der inneren Körnerschicht herstammend, erst wenig in der Entwicklung zu Ganglienzellen vorgeschritten sind; es wären demnach also wieder Reservezellen der Reserveopticusganglienzellen. Zum Theil mögen sie freilich auch einfach die Bestimmung haben, durch Zerfall zu der im Laute des allgemeinen Augenwachsthums nothwendig werdenden Massenvermehrung der Grundsubstanz beizutragen. In diesem Falle würden sie dann allerdings nicht erst den Anfang einer Weiterentwicklung zu Ganglienzellen gemacht haben, und es finden sich unter ihnen auch in der That gelegentlich einzelne Exemplare, die sich in Nichts von den inneren Körnerzellen unterscheiden. Freilich habe ich andrerseits beim vorliegenden Stadium auch niemals Zellen oder Kerne antreffen können, die bereits im Zerfall gewesen wären.

Die weiter nach Innen folgende Schicht der Opticusganglienzellen hat eine Mächtigkeit von 0,01 mm. Die Zellen liegen in einfacher, etwas unregelmässiger Lage, nicht eben dicht gedrängt, aber auch ohne auffallende Lücken zwischen sich zu lassen. Sie sind kugelig mit einem Durchmesser von 0,0079 mm, ihr Kern besitzt einen solchen von 0,0053 mm. Ihre zahlreichen Proximalfortsätze sind wohl entwickelt und ziemlich lang. Der proximale Hauptausläufer lässt sich häufig bis zu seiner Vereinigung mit einer inneren Ganglienzelle verfolgen. Lateralfortsätze fehlen; der einzige distale bildet die Opticusfaser.

Die innerste Netzhautschicht, diejenige der Opticus- und Bindegewebsfasern, im Augenhintergrunde 0,0099 mm stark, verdient diese Bezeichnung nun eigentlich nicht mehr, da von Bindegewebszügen, mit Ausnahme der den Verzweigungen der Müller'schen Fasern angehörigen, jetzt, wenigstens im Augenhintergrunde, auch keine Spur mehr zu entdecken ist. Die Schicht besteht lediglich aus protoplasmatischem Gerinnsel, das demjenigen der Granulosa interna vollkommen gleicht.

und ist in ihrer proximalen Hälfte von den Opticusfasern in horizontaler, ihrer ganzen Breite nach von den Stützfasern in radiärer Richtung durchzogen. Sie hat eine Mächtigkeit von 0,0079 mm.

Ueber die Flächenausbreitung der einzelnen nervösen Schichten der Retina ist Folgendes zu bemerken:

Die innere Körnerschicht geht, ungefähr in derselben Stärke verharrend, bis zur proximalen Irisgrenze, die dorsal 0,1885, ventral 0,1365 mm vom freien Irisrande entfernt ist. Dort kann sie von der äusseren Körnerschicht nicht mehr unterschieden werden, da die äusseren und inneren Ganglienzellen schon eine Strecke vorher (in einer Entfernung von 0,0325 mm vom proximalen Irisanfang) aufgehört haben, und die sich noch weiterhin findenden Reservezellen beider Ganglienzellenlagen in diesen Grenzparthieen den Körnerzellen sehr ähnlich sehen. Es lässt sich also nicht sagen, welche der beiden Schichten, resp. wieviel von jeder, sich in den mehrschichtigen Theil der pars retinalis Iridis fortsetzt. Die Reserveopticusganglienzellen reichen bis auf eine Distanz von dorsal 0,0195, ventral 0,0130 mm an die Iris heran.

Von den Sehzellen hören die am weitesten vorgeschrittenen, d. h. fast die ganze Serie I, schon in einer Entfernung von dorsal 0,0455, ventral 0,0390 mm von der proximalen Irisgrenze auf; sie gehen also dorsal wenig über den Augenaequator, ventral nicht über die Proximalgrenze des distalen Bulbusdrittels distalwärts hinaus. Auch die höchstentwickelten Sehzellen der Serie II dringen nicht weiter vor, ja sie scheinen sogar schon etwas früher aufzuhören. Die dem vorderen Augenpole mehr genäherten Theile der Sehzellschicht werden bis zur Grenze der Iris ausschliesslich aus den weiter zurückgebliebenen Elementen der Serie II gebildet, und zwar treten auch hier die höher differenzirten Formen, je weiter man in der Netzhaut distalwärts kommt, umsomehr zurück.

Die Zwischenganglienzellen und Opticusganglienzellen halten in ihrer Ausbreitung gleichen Schritt mit den äusseren und inneren Ganglienzellen. Die Reserveopticusganglienzellen dringen weiter gegen den distalen Augenpol hin vor, ihre letzten Vertreter finden sich dorsal 0,0195, ventral 0,0130 mm vom hinteren Irisrande entfernt.

Für alle fertigen Ganglienzellen der Retina (also excl. der Reservezellen) gilt auch hier der Satz, dass sie sich im Augenhintergrunde dichter gedrängt finden, als in den davon entfernteren Netzhauttheilen. Die Reservezellen haben im Augenhintergrunde stets deutliche Ausläufer entwickelt, überhaupt ein den wirklichen Ganglienzellen viel näher kommendes Aussehen erlangt, als weiter vorn. Der direkte Zusammenhang zwischen inneren Ganglienzellen und Opticusganglienzellen lässt sich im Augenhintergrunde entschieden weit häufiger nachweisen.

Die Granulosa interna hört mit den Reserveopticusganglienzellen zugleich auf. Die Opticusfaserschicht ist an das Vorkommen der Opticusganglienzellen gebunden. Die Bindegewebsfaserschicht setzt sich eine kurze Strecke weit über die Irisgrenze hinaus fort und bekleidet, hier noch selbständige Faserzüge führend, den Innenraum der pars retinalis Iridis.

Von den übrigen, bindegewebigen Theilen der Netzhaut ist wenig Neues zu berichten.

Die Stützfasern, Müller'schen Fasern, inseriren an der Membrana limitans interna nunmehr ausschliesslich mit den bekannten kegelförmigen Auftreibungen, den sog. „dreieckigen Füsschen", die sehr deutlich ausgeprägt sind, in ihrem Innern indessen keine Spur einer Differenzirung zeigen. Die Stützfasern ziehen sich ziemlich gestreckt durch die Netzhaut hin und geben allenthalben kleine Seitenzweige ab. Eine Ausnahme machen hiebei nur die Theile, die in der Granulosa interna und zwischen den Sehzellen liegen: hier fehlen Verästelungen der Müller'schen Fasern vollständig. Besonders reichlich sind sie dagegen zwischen den beiden Körnerschichten. Die Stützfasern lassen sich sehr häufig über den Margo limitans externus hinaus, bis ins Pigmentepithel hinein, nachweisen.

Stützzellen finden sich durch die ganze Netzhaut zerstreut, besonders reichlich in der distalen Hälfte der inneren und in der ganzen äusseren Körnerschicht; sie fehlen nur in der Schicht der Bindegewebs- und Opticusfasern. Ihre Länge beträgt 0,0099, ihre Breite 0,0036 mm; der Kern ist 0,0059 mm lang und 0,0026 mm dick.

Die vom Opticus her auf der inneren Netzhautfläche ausgebreitete Bindegewebsschicht hat, weder was Bau, noch, was Ausdehnung betrifft, irgend welche Veränderung gegen früher erlitten.

Stadium X (27,5 mm). Taf. V. Fig. 60.

Im Hintergrunde des Auges ist die Retina 0,11 mm dick. Sie hält sich etwa in derselben Stärke bis nahe an die Iris hin, in die sie aber nicht direkt, sondern durch Vermittlung einer Art von Uebergangsschicht[1]) sich fortsetzt. Letztere (deren nähere Beschreibung sich in dem Abschnitte über die Iris findet) ist an ihrer retinalen Grenze 0,0585 mm dick, an der Iris beträgt ihre Stärke noch 0,0195 mm. Lang ist sie dorsal 0,0195, ventral 0,0221 mm.

Die innere Körnerschicht ist im Augenhintergrunde 0,0325 mm mächtig.

Die inneren Körnerzellen sind in ihr wieder sehr zahlreich geworden: sie machen über die Hälfte sämmtlicher zelligen Bestandtheile der Schicht aus. Abgesehen von einzelnen, ganz seltenen, etwas kleineren Exemplaren, zeigen sie durchweg die Maſsverhältnisse 0,0053 : 0,0043 mm für die Zelle, 0,0043 : 0,0036 mm für den Kern. Die Richtung ihrer langen Achsen ist sehr mannigfaltig, doch hält sich dieselbe immerhin bei der Mehrzahl annähernd senkrecht zur Netzhautoberfläche. Mit Ausnahme der äusseren Ganglienschicht, zwischen deren Elemente sie sich niemals eindrängen, finden sich die inneren Körnerzellen durch die ganze innere Körnerschicht verbreitet. Am dichtesten stehen sie in den centralen Parthieen derselben, doch treten sie auch, und zwar je weiter vom Augenhintergrunde entfernt, umso zahlreicher, zwischen den Reserveganglienzellen und den inneren Ganglienzellen auf, ja sie dringen, wie bei Beschreibung der Granulosa interna näher ausgeführt werden soll, sogar noch in diese ein.

Die Schicht der inneren Ganglienzellen ist ebenfalls wieder einfach, doch liegen ihre Elemente noch unregelmässiger, als beim vorigen Stadium. Sie sind im Allgemeinen noch häufiger durch grössere, oder kleinere Abstände von einander getrennt, in die sich meistens andere Zellen, seien es nun innere Körner oder Stützzellen, eingeschoben haben. Gelegentlich ist aber auch einmal letzteres nicht der Fall, und der Raum zwischen zwei inneren Ganglienzellen wird dann lediglich von der protoplasmatischen Grundsubstanz der Netzhaut eingenommen. Ein Hineintreten der Ganglienzellen in das Gebiet der Granulosa interna findet sich nicht mehr so häufig, wie beim vorigen Stadium; das scheinbare Eindringen in die Tiefe der inneren Körnerschicht selbst ist dagegen jetzt entschieden in noch grösserer Ausdehnung zu konstatieren. Die kugeligen Zellen haben 0,0066, ihre Kerne 0,0046 mm

---

[1]) Die von mir als Uebergangsschicht oder Uebergangszone bezeichnete Retinaparthie entspricht im Allgemeinen dem Netzhauttheil, der sonst als Ora serrata bezeichnet wird. Ich gebrauche im Folgenden beide Ausdrücke als ganz gleichbedeutend.

Durchmesser. Jhre zahlreichen Proximalausläufer reichen in einzelnen Fällen bis zur proximalen Grenze des proximalen Drittels der inneren Körnerschicht. Zuweilen glaubte ich auch Verzweigungen dieser Fortsätze konstatieren zu können. Von seitlichen Ausläufern fehlt jede Spur. Distalwärts findet sich nur der eine, stark entwickelte, der die Verbindung mit der Opticusganglienzelle vermittelt, und der sich nunmehr ausnahmslos von jeder inneren Ganglienzelle aus wenigstens ein Stück weit, in seinem ganzen Verlaufe natürlich nur in einzelnen Fällen, verfolgen lässt.

Die äusseren Ganglienzellen sind auch auf dieser Entwicklungsstufe entschieden viel regelmässiger angeordnet, als die inneren. Sie bilden an dem proximalen Rande der Schicht eine einfache Lage, deren Elemente zwar nicht sehr dicht gedrängt stehen, aber doch auch nur ganz selten durch grössere Zwischenräume, niemals durch anders geartete Zellen von einander getrennt werden. Die äusseren Ganglienzellen sind sämmtlich kugelig und haben einen Durchmesser von 0,0063, ihr Kern von 0,0049 mm.

In ihrer unmittelbaren Nachbarschaft, distal von ihnen, sowie ganz ebenso proximal von den inneren Ganglienzellen, liegt nun wieder, und zwar diesmal je in einer einfachen, freilich sehr lückenhaften Lage angeordnet, eine grosse Anzahl weniger hoch entwickelter, kugeliger Ganglienzellen von etwa 0,0062 mm Durchmesser, deren Kerne einen solchen von 0,0043 mm zeigten. Diese Zellen senden nach allen Seiten Ausläufer, welche zuweilen noch auf der Stufe einfacher, höckerförmiger Auftreibungen stehen, meist aber ein wenig weiter fortgeschritten sind. Bei einzelnen von den Zellen, und zwar immer solchen, die den inneren Ganglienzellen sehr genähert sind, hat sich einer der distalwärts gerichteten Ausläufer besonders weit entwickelt: er ist stärker geworden, als die übrigen und lässt sich oft bis an die Proximalgrenze der Granulosa interna hin, in seltenen Fällen sogar noch in diese hinein, konstatieren. Da an den Zellen, welche ein solches Verhalten zeigen, zu gleicher Zeit die Lateralfortsätze geschwunden, oder doch, ebenso, wie die übrigen Distalfortsätze, in Zahl und Ausdehnung sehr zurückgegangen sind, so ist es schwer, oft unmöglich, zu unterscheiden, ob man es mit einer inneren Ganglienzelle, oder einer der beschriebenen, multipolaren Zellen, also wieder einer Reserveganglienzelle zu thun hat. Die Anordnung in zwei den betreffenden Ganglienschichten angrenzende Lagen ist übrigens nicht strenge durchgeführt. Sehr häufig finden sich einzelne Zellen bis in die Mitte der inneren Körnerschicht von beiden Seiten her scheinbar vorgeschoben, und es lässt sich dann bei diesen die, ja nur auf dem Standorte — in Nähe der inneren, oder aber der äusseren Ganglienzellschicht — basierende Unterscheidung von inneren und äusseren Reserveganglienzellen nicht mehr durchführen.

Die äussere Körnerschicht hat im Augenhintergrunde 0,0156 mm Mächtigkeit und behält diese nach vorne bei, bis zu ihrem, kurz vor Beginn der beschriebenen Uebergangszone erfolgenden Zusammenfliessen mit der inneren Körnerschicht. Die äusseren Körnerzellen sind, wenigstens in den Parthieen des Augenhintergrundes, jetzt ganz selten geworden und finden sich immer in einer gewissen Entfernung von den Kornzellen der Sehelemente, meist den äusseren Ganglienzellen angenähert, unter den Zwischenganglienzellen vor. Sie zeigen dieselbe Form und Grössenverhältnisse, wie die inneren Körnerzellen, doch verläuft ihre lange Achse entschieden regelmässiger: sie ist stets nahezu senkrecht zur Fläche der Retina gestellt.

Die für das vorige Stadium durchführbare Eintheilung der Sehzellen in zwei Serien lässt sich hier nicht mehr aufrecht erhalten. Sie stehen, anscheinend bunt durcheinander gemischt, auf den verschiedensten Stufen der Entwicklung. Ihre Kornzellen liegen theils dem Rande der Schicht genähert, theils sehr weit in die Tiefe gerückt. Die den letzteren angehörigen Sehelemente sind allerdings stets auf einer relativ sehr hohen Stufe der Ausbildung, doch kommen unter den der äusseren Grenzmembran näher liegenden nicht selten ebenso weit fortgeschrittene, ja in einzelnen Fällen augenscheinlich noch weiter entwickelte Formen vor.

Zunächst zur Beschreibung einer, freilich selten vorkommenden, am weitesten in die Tiefe reichenden Sehzellen! (Taf. V, Fig. 60 a.)

Der proximale Zellpol ist 0,0087 mm vom äusseren Netzhautrande entfernt. Die rundlichovale Zelle, deren lange Achse eine zur Membrana limitans externa genau senkrechte Richtung hat, misst 0,0053 : 0,0046, ihr Kern 0,0046 : 0,0031 mm. Proximal folgt ein schmaler, 0,0066 mm langer Stiel, dessen Fortsetzung dann die Spitze des conischen, 0,0029 mm langen, 0,0023 mm basisbreiten Mittelgliedes bildet. Den Beschluss der Anlage macht das ebenfalls ungefähr kegelförmige Endglied, das 0,0033 mm lang ist und mit seiner 0,0013 mm breiten, konvexen Basis in das entsprechend concave, proximale Ende des Mittelgliedes ziemlich tief eingesenkt erscheint. Stiel und Mittelglied sind von ziemlich feinem, hellem Protoplasma ganz gleichmässig erfüllt. Der distale Abschnitt des Endgliedes ist dagegen viel heller und geht ziemlich unvermittelt in den von sehr dunklem Protoplasma gebildeten, proximalen Theil, die Spitze, über. Mittelglied und Endglied werden durch eine deutliche Membran, die sich bei den längsgeschnittenen Sehelementen als scharf ausgesprochene Linie darstellt, von einander getrennt.

Eine andere, jedoch ebenfalls ziemlich seltene Art der hochentwickelten Sehzellen zeigt folgende Verhältnisse: Der proximale Zellpol ist von der Membrana limitans externa 0,0023 mm entfernt. Die zur letzteren ebenfalls genau senkrecht verlaufende, grosse Achse der Kornzelle selbst ist 0,0066, die kleine 0,0053 mm lang. Der Kern zeigt die Maſse 0,0047 : 0,0038 mm, der an die Kornzelle sich proximal anschliessende 0,0026 mm lange, sehr dünne Stiel geht in die Spitze des conischen Mittelgliedes über, das 0,0026 mm lang und an seiner (proximalen) Basis 0,0020 mm breit ist. Diese zeigt eine leichte Concavität, der die basale Convexität des hier gleich breiten, auch wieder conischen Endgliedes entspricht. Die Länge des letzteren beträgt 0,0026 mm. Stiel und Mittelglied erfüllt auch hier ganz gleichmässig mittelfeines, nicht sehr dunkles Protoplasma, das sich nur an der proximalen Grenze etwas verdichtet und so das Mittelglied gegen das ganz helle, nur in seiner äussersten Spitze leicht getrübte Endglied aufs Schärfste abhebt: eine Grenzmembran zwischen ihnen besteht nicht.

Die beiden oben beschriebenen Arten von Sehzellen stehen stets durch einen Distalfortsatz in direkter Verbindung mit je einer der äusseren Ganglienzellen, von denen auch wieder eine auf diese Weise immer nur mit einer einzigen Kornzelle zusammenhängt.

Es kommen nun aber auch Sehzellen vor, deren Kornzellen von der äusseren Grenzmembran verhältnissmässig sehr weit entfernt, deren Sehelemente desgleichen hochentwickelt sind, und die trotzdem ihre Verbindung mit der äusseren Ganglienschicht nur durch Vermittlung einer Zwischenganglienzelle herstellen (Taf. V, Fig. 60 b). Der proximale Pol ihrer Kornzelle hält sich vom äusseren Netzhautrande in einer Entfernung von ca. 0,0064 mm. Die Kornzelle zeigt sich in Gestalt und Dimension im Allgemeinen genau, wie bei der ersten, fürs vorliegende Stadium beschriebenen Sehzellart (Zelle 0,0053 : 0,0046, Kern 0,0036 : 0,0031 mm), während Mittel- und Endglied ungefähr die Verhältnisse der zweiten Art aufweisen. (Länge für Mittelglied 0,0029, für Endglied 0,0023, Basisbreite für beide 0,0020 mm.) Der Stiel ist jedoch stets viel länger, als bei der zweiten Art: er misst niemals weniger, als 0,0067 mm. Auch hinsichtlich der inneren Differenzirung, d. h. der Vertheilung des Protoplasmas, stimmt diese Sehzelle in der Hauptsache mit der an zweiter Stelle beschriebenen überein, nur erscheint bei der eben beschriebenen der Stiel und distale Theil des Mittelgliedes etwas heller; es lässt sich in letzterem also eine feinere und eine gröbere Parthie unterscheiden, die aber ohne jede Grenze ganz allmählich ineinander übergehen.

Von denjenigen Sehzellen, deren Kornzellen der äusseren Netzhautgrenze sehr nahe liegen, haben die meisten jene, für frühere Stadien oft beschriebene Form der hohen, in eine feine Spitze endigenden Kuppel, die auf dem Längsschnitte das Bild eines gedrungenen, stiellosen Blattes bildet, das dem proximalen Kornzellpole aufsitzt. Die Dimensionen sind durchweg sehr ungleich. Die lange Achse der Kornzelle, die keineswegs immer senkrecht zur Membrana limitans externa verläuft, hält sich innerhalb der Grenzen von 0,005 bis 0,0066 mm, während ihre kurze Achse (oder kurzen Achsen, da die Zellen ja stets für Rotationsellipsoide gelten dürfen) zwischen 0,0038 und 0,0043 mm schwankt. Der Kern zeigt im Minimum das Verhältniss 0,0040 : 0,0030, im Maximum 0,0049 : 0,0033 mm. Die Basis der Sehelemente, mit der sie der Kornzelle scheinbar aufsitzen, schwankt in ihrer Breite ebenfalls zwischen 0,0015 und 0,0022 mm, die Sehzelle ist also mit anderen Worten in der Gegend des Ueberganges von Kornzelle in Sehelement bald mehr, bald weniger stark eingeschnürt. Eine Unterscheidung von Mittelglied und Endglied lässt sich bei dieser Sehzellkategorie nicht durchführen. Das Sehelement hat eine Länge zwischen 0,0033 und 0,0023 mm, während seine grösste Dicke, die es stets etwa in der Hälfte seiner Länge erreicht, sich zwischen 0,0026 und 0,0024 mm hält. Nur in vereinzelten Fällen ist das Sehelement durch eine leichte Trübung seines Inhaltes gegen den etwas helleren der Kornzelle abgesetzt, sonst ist die gesammte Sehzelle (natürlich abgesehen vom Kern) von ganz feinem, hellem Protoplasma gleichmässig erfüllt, das nur in der Spitze eine leichte Verdichtung erkennen lässt.

Eine weitere, jedoch ganz seltene Art von Sehzellen berührt mit dem proximalen Pole ihrer Kornzellen die Membrana limitans externa. Die Kornzelle zeigt hier die Maſse 0,0066 : 0,0043, das Korn 0,0049 : 0,0033 mm. Das proximal folgende Sehelement lässt eine Unterscheidung von Mittel- und Endglied zu; in ganz vereinzelten Fällen ist auch der erste Anfang zur Differenzirung eines Stieles nachweisbar. Das Mittelglied zeigt auch hier die Gestalt eines Kegels, dessen distalwärts gerichtete Spitze mit der Kornzelle (resp. der Stielanlage) zusammenhängt. Es ist etwa 0,002 mm lang und an seiner proximal gelegenen, stark concaven Basis 0,0013 mm breit. Das Mittelglied greift hier mit seinen Rändern ein Stück weit auf die Aussenfläche des, an seiner convexen Basis nur 0,001 mm breiten, ebenfalls conischen Endgliedes hinüber. Dieses besitzt eine Höhe (oder Länge) von 0,0013 mm. Das sehr helle Protoplasma der Kornzelle verdichtet sich im Stiel ganz allmählich ein wenig und wird dann im Mittelglied, je weiter nach dessen proximaler Grenze hin, desto dichter und dunkler. Das nur in seiner Spitze getrübte, sonst sehr helle Endglied setzt sich daher gegen das Mittelglied sehr deutlich ab, wenn eine abgrenzende Membran auch in keinem Falle vorhanden ist.

Sämmtliche dem Rande nahegelegenen Kornzellen stehen mit der äusseren Ganglienschicht stets nur durch Vermittlung einer Zwischenganglienzelle in Verbindung, und zwar nimmt dabei eine von diesen stets mehrere von den Distalfortsätzen der Kornzellen in sich auf. Sie selbst sendet dann ebenfalls wieder einen einzigen, distalwärts gerichteten Ausläufer ab, durch den sie mit einer äusseren Ganglienzelle den Zusammenhang herstellt. Es scheint hiebei die Regel zu sein, dass von den letzteren eine einzige auch wieder nur einen einzigen derartigen Fortsatz aufnimmt, doch lassen sich gelegentlich auch Fälle mit Sicherheit constatiren, in denen eine äussere Ganglienzelle eine ganze Anzahl von Distalfortsätzen der Zwischenganglienzellen auf sich vereinigt. Letztere sind kugelig, Durchmesser 0,0053 mm; ihr ebenso gestalteter Kern ist 0,0039 mm dick.

Die äussere Begrenzung der äusseren Körnerschicht bildet die Membrana limitans externa. Dieselbe zeigt sich jetzt in ihrer ganzen Ausdehnung als zweifellose Membran, da nunmehr auch ihre innere Contur deutlich ausgesprochen, wenn auch viel zarter ist, als die äussere. Eine Verdichtung der protoplasmatischen Zwischensubstanz der Retina in ihren der Membran angrenzenden Parthieen ist noch deutlich erkennbar, wenn auch nicht mehr so auffallend, wie beim vorigen Stadium.

An die innere Körnerschicht schliesst sich distal die Granulosa interna an. Dieselbe ist im Augenhintergrund 0,0416 mm stark. Gegen vorne nimmt sie zunächst nur ganz allmählich an Mächtigkeit ab, so dass sie z. B. an der proximalen Grenze der oben erwähnten Uebergangsschicht immer noch 0,0364 mm dick ist. Von da ab verdünnt sie sich dann rascher, bis sie ganz verschwindet. Weitaus ihre Hauptmasse bildet, wenigstens im Augenhintergrunde, grobes protoplasmatisches Gerinnsel, das keine bestimmte Anordnung erkennen lässt. In der ganzen Dicke der Schicht finden sich in ihr die gangliösen Elemente, die ich schon auf früheren Entwicklungsstufen als Reservezellen der Opticusganglienschicht bezeichnet habe. Dieselben sind in den Randparthieen der Granulosa interna, also in Nachbarschaft der inneren Ganglienzellen einerseits und der Opticusganglienzellen andrerseits, besonders zahlreich, kommen aber in den Mittelparthieen der Schicht auch noch sehr häufig vor. Mit Ausnahme der den Opticusganglienzellen am nächsten gelegenen Elemente, senden alle stets nach allen Seiten Ausläufer, die oft eine ziemliche Länge (gelegentlich kann dieselbe dem Durchmesser der Zelle gleichkommen) erreichen, meist aber sich schon sehr bald im Gerinnsel der Grundsubstanz verlieren. Niemals gehen sie untereinander Verbindungen ein. Die am inneren Rande der Granulosa interna gelegenen Reserveganglienzellen entbehren der seitlichen Ausläufer, dafür haben sie häufig einen besonders starken distalwärts, und fast immer einen sich durch Länge vor den übrigen auszeichnenden, proximalwärts gerichteten Fortsatz entwickelt. Alle diese gangliösen Elemente haben Kugelgestalt. Ihre Dimensionen entsprechen in den tiefer liegenden Theilen der Schicht denjenigen der inneren Ganglienzellen (Zelldurchmesser 0,0066, Kern 0,0046 mm). Je näher dem inneren Rande der Schicht, desto grösser werden sie, bis sie in der Nachbarschaft der Opticusganglienzellen diesen gleichkommen (Zelldurchmesser 0,0086, Kern 0,0066 mm).

Im proximalen Drittel der Schicht finden sich, zwischen die Reserveganglienzellen eingestreut, zahlreiche andere Elemente, die den inneren Körnerzellen in jeder Beziehung gleichen. Der einzige Unterschied wäre vielleicht der, dass die Richtung ihrer Hauptachse noch viel unregelmässiger ist, als bei den entsprechenden Zellen der inneren Körnerschicht.

Die Schicht der Opticusganglienzellen ist 0,0125 mm breit. Ihre Elemente sind ziemlich unregelmässig gelagert, bald der Granulosa interna sehr genähert, ja oft in dieselbe noch etwas hineinragend, bald von derselben weiter entfernt. Von einer Anordnung in zwei Reihen hintereinander ist jedoch niemals die Rede. Sie liegen an keiner Stelle dichtgedrängt, doch sind die Zwischenräume auch niemals bedeutend. Neben zahlreichen, kurzen Proximalfortsätzen schicken sie je einen einzigen, besonders stark entwickelten aus, der mit dem Distalfortsatz einer inneren Ganglienzelle sich vereinigt und so eine direkte Verbindung zwischen beiden Ganglienzellenlagen herstellt. Bei der grossen Länge dieses Nervenfadens habe ich denselben in den Schnittpräparaten natürlich nur selten in seiner ganzen Ausdehnung ununterbrochen verfolgen können, dann aber war er auch mit vollkommener Sicherheit nachzuweisen. Lateralfortsätze fehlen den Opticusganglienzellen vollständig, und ebenso distalwärts gerichtete, mit Ausnahme der Opticusfaser.

Die auf früheren Stadien als Schicht der Opticusfasern und Bindegewebsfasern bezeichnete Sammelschicht lässt sich jetzt in zwei Theile zerlegen, d. h. man kann eine proximale Parthie, auf die sich das Vorkommen der Nervenfasern beschränkt, als Opticusfaserschicht einer distalen Bindegewebsfaserschicht gegenüberstellen.

Die Opticusfaserschicht ist im Augenhintergrunde 0,004 mm stark. Die Nervenfasern liegen unregelmässig, bald dicht gedrängt, bald wieder einzeln verlaufend, in der aus protoplasmatischem Gerinnsel und Bindegewebsfasern gebildeten Grundsubstanz.

Die Bindegewebsfaserschicht hat eine Mächtigkeit von ca. 0,0038 mm; doch ist dabei zu berücksichtigen, dass sie sich in den Parthieen des Augenhintergrundes meist von der im Umkreise des N. Opticus der Retina innen aufgelagerten Bindegewebsschicht nicht trennen lässt. Die angegebene Zahl bezieht sich daher nur auf die dem distalen Augenpole näher gelegenen Theile, bis zu welchen sich jene Schicht noch nicht ausgedehnt hat, oder in welchen wenigstens die verschiedene Richtung der beiderseitigen Bindegewebszüge noch eine Unterscheidung möglich macht.

In vereinzelten Fällen schon zwischen den Opticusganglienzellen, noch mehr aber zwischen den Opticusfasern und besonders in der Bindegewebsfaserschicht, liegen zahlreiche, kernartige Protoplasmazusammenballungen, die ihrem ganzen Aussehen nach als zerfallende Zellen resp. Kerne aufgefasst werden müssen. Sie haben verschiedene Grösse und meist rundlich-ovale, niemals aber langgestreckte Form.

Bezüglich der Flächenausbreitung der beschriebenen, vorwiegend nervösen Netzhautschichten ergiebt sich Folgendes:

Die äussere Körnerschicht lässt sich in ihrer Gesammtheit, wie bereits bemerkt, bis an die Uebergangsschicht hin verfolgen, an welcher sie dann mit der inneren Körnerschicht zusammenfliesst.

Die Sehzellen zeigen ein sehr verschiedenartiges Verhalten. Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass hochentwickelte Formen nicht nur im Gebiete der ganzen Retina i. e. S., sondern auch noch in der Uebergangsschicht selbst vorkommen, sowie, dass nieder stehende sich auch noch auf dem retinalen Blatte der eigentlichen Iris finden. Es ist jedoch dabei zu bemerken, dass diejenigen höchstentwickelten Sehzellen, deren Kornzellen am weitesten in der Tiefe der äusseren Körnerschicht liegen, soweit sie unmittelbar mit den äusseren Ganglienzellen in Verbindung stehen, niemals bis an die Uebergangsschicht heranreichen, sondern schon eine bedeutende Strecke vorher aufhören. Etwas weiter, d. h. bis an die retinale Grenze der Uebergangsschicht hin, auch wohl gelegentlich über diese hinaus, gehen die Formen, deren Kornzellen der Membrana limitans externa näher liegen, die aber trotzdem in direktem Zusammenhang mit Elementen der äusseren Ganglienschicht stehen. Diejenigen höher ausgebildeten Sehzellen, die sich in der ganzen Ausdehnung der Uebergangsschicht finden, gehören dem Typus an, dessen Elemente zwar in der inneren Differenzirung nicht zurückstehen, aber stets zunächst mit einer Zwischenganglienzelle in Verbindung treten, ohne dass indessen in allen Fällen eine solche Zwischenganglienzelle auch thatsächlich schon vorhanden zu sein brauchte.

Wie bei allen früheren Stadien sind die weniger hoch entwickelten Sehzellen auch bei diesem im Augenhintergrund seltener und werden in den dem vorderen Augenpole näherliegenden Netzhauttheilen immer häufiger; ebenso nehmen die ältesten, höchstentwickelten Formen gegen vorn immer mehr ab.

Die vier Arten für die Retina des vorliegenden Stadiums beschriebener fertiger Ganglienzellen gehen sämmtlich bis etwa in die Mitte der Uebergangsschicht, wo sie ziemlich gleichzeitig aufhören. Nur in einzelnen Fällen scheinen mir die Zwischenganglienzellen und äusseren Ganglienzellen, niemals aber die inneren und die Opticusganglienzellen noch weiter gegen die Irisgrenze hin vorzukommen. Die Reserveganglienzellen halten in ihrer Ausbreitung gleichen Schritt mit den Ganglienzellen, zu deren Ersatz sie bestimmt sind.

Spuren einer Granulosa externa in Form einzelner Spalträume zwischen äusserer und innerer Körnerschicht finden sich nicht selten, besonders im Augenhintergrunde, gehen aber von da niemals über den Augenaequator distalwärts hinaus.

Die innere Körnerschicht geht, wie bemerkt, zusammen mit der äusseren in die Uebergangsschicht zwischen Retina und Iris über, wo sie nach Schwinden der Ganglienzellen nur noch aus den inneren Körnerzellen, oder doch aus Elementen besteht, die denselben gleichwerthig und gleichgestaltet sind. Die inneren Körnerzellen, die sich schon im Augenhintergrund auf die proximalen Parthieen der Granulosa interna ausgedehnt finden, durchsetzen diese in der Nähe der Uebergangsschicht vollständig und treten bis auf eine Entfernung von ca. 0,0072 mm an die Opticusganglienschicht heran. Diese Erscheinung beschränkt sich indessen auf eine 0,0715 mm breite, wie gesagt der Uebergangsschicht angrenzende Zone.

Die Granulosa interna setzt sich von der Gegend dieser Anhäufung innerer Kornzellen, wo sie noch 0,0364 mm mächtig ist, distalwärts auf die Uebergangsschicht fort, sie wird dabei rasch dünner und verschwindet, etwa in der Mitte der Parthie, gänzlich.

Die Opticusfaserschicht ist an das Vorkommen der Opticusganglienzellen gebunden und in dem vom Augenhintergrund entfernteren Theile naturgemäss viel dünner.

Die Bindegewebsfaserschicht reicht nur bis an die proximale Grenze jener grossen Ansammlung von inneren Kornzellen in der Granulosa interna.

Was die sonstigen bindegewebigen Theile der Retina betrifft, so ist über Membrana limitans interna und Stützfasern nichts Neues zu sagen.

Die Stützzellen messen 0,0119 : 0,0036, ihre Kerne, 0,0079 : 0,0026 mm. Sie fehlen in der Bindegewebsfaserschicht, sowie in der Opticusfaserschicht und sind zwischen den Opticusganglienzellen sehr selten. Häufiger treten sie in der Granulosa interna, namentlich in den distalen Parthieen derselben, auf und erreichen dann den Höhepunkt ihrer Ausbreitung im Gebiet der inneren Körnerschicht. Wieder etwas seltener werden sie in der äusseren Körnerschicht, finden sich indessen in einzelnen Exemplaren auch noch zwischen den Sehzellen.

Die von den perivasculären Bindegewebszügen der Arteria centralis Retinae aus zwischen Innenrand der Netzhaut und Membrana limitans interna hineingewachsene Schicht hat an horizontaler Ausdehnung jetzt bedeutend zugenommen; sie erstreckt sich rund um die Stelle, wo die Opticusfasern sich zum N. opticus sammeln, nunmehr in einem Umkreise von 0,3186 mm Durchmesser. Die grösste Dicke, welche die Schicht in der Mitte ihrer Ausdehnung besitzt, beträgt 0,039 mm, wobei allerdings die, hier von ihr untrennbare, Bindegewebsfaserschicht mitinbegriffen ist. Dem vorderen Augenpole genähert wird die Schicht rasch immer dünner und verschwindet in der angegebenen Entfernung schliesslich ganz. Blutgefässe finden sich in ihr, mit Ausnahme der aus dem Glaskörper hineinwachsenden, nirgends.

Stadium XI (32 mm). Taf. V. Fig. 61.

Die Netzhaut des Augenhintergrundes hat eine Stärke von 0,1047 mm und behält diese auch in ihren, dem distalen Augenpole näher liegenden Parthieen bis zum Uebergang in eine, hier ebenfalls deutliche Uebergangsschicht zwischen der eigentlichen Retina und ihrem Jristheile annähernd bei.

Die innere Körnerschicht ist 0,0251 mm stark und zwar im Hintergrunde des Auges ebenso, wie in ihren jener Uebergangsschicht benachbarten Parthieen. Hier, nur eine ganz kleine Strecke von letzterer entfernt, verschmilzt sie mit der äusseren Körnerschicht. Die inneren Körnerzellen selbst sind erheblich weniger zahlreich, als beim vorigen Stadium: sie bilden höchstens den 4ten Theil von allen nervösen Elementen der Schicht. Die Lage ihrer langen Achse ist sehr schwankend; nur ganz selten ist diese senkrecht zur Fläche der Netzhaut gerichtet, meist ist sie dazu mehr oder weniger geneigt, gelegentlich bis gegen 45° hin. Die Zellen finden sich vorwiegend in den centralen Theilen der Schicht; in einzelnen Exemplaren kommen sie jetzt auch wieder zwischen den äusseren Ganglienzellen und, jedoch sehr viel seltener, als beim vorigen Stadium, zwischen den Reserveelementen der inneren Ganglienzellen, oder in der Schicht der letzteren selber vor. Sie haben die gewöhnliche, rundlichovale Form und zeigen die Maſse 0,0059 : 0,0043, ihr Kern 0,0049 : 0,0039 mm.

Die kugeligen, inneren Ganglienzellen haben einen Durchmesser von 0,0072, ihr Kern besitzt einen solchen von 0,0059 mm. Sie liegen in einer einfachen Lage, alle so ziemlich im selben Niveau: es kommt also nie, oder doch nur ganz selten vor, dass eine von ihnen mehr in die Tiefe der Schicht, oder etwa mehr nach der Granulosa interna hingerückt erscheinen würde. Sie liegen niemals enge aneinander, sind vielmehr fast stets durch kleinere, häufig auch durch recht weite Zwischenräume, in die sich dann oft andersartige zellige Elemente eingeschoben haben, von einander getrennt. Seitliche Fortsätze fehlen ihnen stets vollständig; der einzige distalwärts gerichtete, der den Zusammenhang mit den Opticusganglienzellen vermitteln soll, ist stets sehr deutlich. Die zahlreichen, in die Tiefe der inneren Körnerschicht abgesandten Ausläufer sind wieder etwas länger geworden: sehr häufig dringen sie jetzt bis etwa in die Mitte der Schicht vor.

Die ebenfalls kugeligen, äusseren Ganglienzellen sind 0,0053, ihre Kerne 0,0043 mm dick. Sie liegen entschieden weniger regelmässig, als die inneren und finden sich gar nicht selten ein ziemliches Stück in die äussere Körnerschicht, resp., wo eine solche andeutungsweise vorhanden, die Granulosa externa, andererseits wieder, aber seltener, in die Tiefe der inneren Körnerschicht verschoben, ohne dass jedoch dadurch eine Anordnung in zwei Lagen hintereinander herbeigeführt würde. Sie sind ziemlich dicht gedrängt, wenn auch nicht so sehr, dass dadurch Formveränderungen hervorgerufen würden. In vereinzelten Fällen finden sich auch grössere Zwischenräume, die dann meist von inneren Körnerzellen ausgefüllt werden. Ihre proximal gerichteten, zahlreichen Ausläufer dringen zum Theil ebenfalls bis etwa in die Mitte der inneren Körnerschicht hinein, ohne jedoch die von den inneren Ganglienzellen ausgesandten zu erreichen, geschweige denn, mit denselben in Verbindung zu treten. Lateralfortsätze existieren nicht. Distalwärts wird nur ein einziger Fortsatz abgelassen zur Herstellung einer Verbindung mit den Sehzellen, sei es direkt, sei es durch Vermittlung von Zwischenganglienzellen.

Auch bei diesem Stadium finden sich wieder Reserveganglienzellen. Dieselben lassen sich hier leicht nach ihrer Zugehörigkeit zur Schicht der inneren oder äusseren Ganglienzellen, deren Dimensionen sie jedesmal auch ihrerseits zeigen, auseinanderhalten. Die inneren Reserveganglienzellen bilden eine einfache, durch häufige Lücken unterbrochene Lage, welche an diejenige der inneren Ganglienzellen selbst dicht angrenzt. Sie senden nach allen Seiten Fortsätze, von denen die proximalwärts gerichteten an Zahl, Stärke und Länge vor den übrigen entschieden hervorragen. Ein besonders ausgesprochener Distalfortsatz, wie er sich beim vorigen Stadium gelegentlich nachweisen lässt, scheint hier nicht vorhanden zu sein. Die äusseren Reserveganglienzellen sind sehr selten. Auch sie liegen den Elementen, deren Vorstufe sie darstellen, stets dicht an. Unter ihren, nach allen Seiten abgehenden Ausläufern lassen sich keine besonders bevorzugten erkennen. In den centralen Parthieen der inneren Körnerschicht fehlen Reserveganglienzellen vollständig.

Die äussere Körnerschicht hat im Augenhintergrund eine Mächtigkeit von 0,0157 mm und behält diese bis zu ihrer Verschmelzung mit der inneren, die, wie bereits bemerkt, in nächster Nachbarschaft der Uebergangsschicht vor sich geht.

Die äusseren Körnerzellen entsprechen in ihren Grössenverhältnissen so ziemlich den inneren. Was die Richtung ihrer Hauptachse betrifft, so verläuft letztere hier entschieden häufiger senkrecht zur Membrana limitans externa und auch da, wo dies nicht der Fall ist, sind die Abweichungen von dieser Richtung niemals so bedeutend, wie es im Gebiete der inneren Körnerschicht vorkommt. Die äusseren Körnerzellen sind auch jetzt ziemlich spärlich vertreten, wenn auch etwas häufiger, als beim vorigen Stadium.

Die Sehzellen, oder vielmehr ihre Kornzellen, sind am äusseren Rande der Netzhaut zu zwei Reihen angeordnet, in der Art, dass die Elemente der zweiten, von der Membrana limitans externa entfernter liegenden Reihe sich auf die Lücken der ersten decken. Die zweite Reihe ist übrigens oft durch grosse Abstände zwischen den einzelnen Zellen unterbrochen; die mehr in der Tiefe der Schicht liegenden Kornzellen sind also, und zwar ganz erheblich, weniger zahlreich, als die anderen.

Von den ersteren kommt folgende Art am häufigsten vor (Taf. IV, Fig. 49 a). Die Kornzellen, rundlich-oval (Zelle 0,0049 : 0,0039, Kern 0,0036 : 0,0029 mm) ist vom Aussenrande der Netzhaut ca. 0,0033 mm entfernt. Ihre lange Achse verläuft immer senkrecht zur limitans externa. Der sich proximal anschliessende, schmale Stiel ist 0,0046 mm lang und geht in das Mittelglied, und zwar in die Spitze des dasselbe darstellenden Kegels über. Letzteres hat eine Länge von 0,0029, eine Basalbreite von 0,0016 mm. Das Endglied ist ebenfalls conisch, 0,0030 mm lang und an seiner dem Mittelglied anliegenden Basis 0,0010 mm breit. Das Protoplasma der Kornzelle ist sehr hell, das des Stieles und des distalen Endes des Mittelgliedes etwas dunkler. Letzteres geht ganz allmählich in das wieder sehr helle Protoplasma des proximalen Mittelgliedes über. Das ziemlich dunkle Endglied ist dagegen scharf, aber ohne trennende Membran, abgesetzt. Auffallend mag hiebei erscheinen, dass die äusserste Spitze nicht, wie sonst überall, von dichterem, sondern von ganz gleichartigem Protoplasma erfüllt ist.

Diese Art von Sehzellen steht mit je einer äusseren Ganglienzelle stets vermittelst Distalfortsatzes der Kornzelle in unmittelbarer Verbindung.

Eine zweite, auch noch ziemlich häufige Art von Sehzellen (Taf. IV. Fig. 49 b) ist mit dem proximalen Pole ihrer Kornzellen von der limitans externa 0,0041 mm entfernt. Die Kornzelle misst ebenfalls 0,0049 : 0,0039, das Korn jedoch zeigt das Verhältniss 0,0039 : 0,0030 mm. Der Stiel hat eine Länge von 0,0046 mm. Mittel- und Endglied haben dieselbe Form, wie bei der soeben beschriebenen Art, doch differiren die Grössenverhältnisse etwas. Ersteres hat nämlich eine Länge von 0,0018 mm bei 0,0017 mm Basisbreite, letzteres ist 0,0031 mm lang, während seine Grundfläche 0,0014 mm Durchmesser besitzt.

Die Kornzelle ist sehr hell, das Protoplasma von Stiel und Mittelglied etwas dichter. Das ganz helle Endglied setzt sich sehr deutlich, aber ebenfalls ohne Grenzmembran, ab; seine Spitze zeigt leichte Trübung. Die sogestaltete Sehzelle steht mit Elementen der äusseren Ganglienlage immer nur durch Vermittlung von Zwischenganglienzellen in Zusammenhang.

Von den Sehzellen, deren Kornzellen dem äusseren Netzhautrande sehr nahe liegen, kommt am häufigsten diejenige vor, welche die folgenden Verhältnisse zeigt (Taf. IV, Fig. 49 c). Entfernung der Kornzelle von der Membrana limitans externa 0,001 mm; Maſse der Kornzelle 0,0059 : 0,0043, des Kornes 0,0049 : 0,0031 mm. Die lange Achse verläuft nur selten ganz senkrecht zur Netzhautaussenfläche, meist weicht sie von dieser Richtung um einige Grade ab. Der Stiel hat 0,001 mm Länge. Das Mittelglied ist tonnenförmig; seine proximale, wie seine distale Endfläche haben einen Durchmesser von 0,001, seine in der Mitte sich findende, grösste Breite beträgt 0,0016 mm. Das Mittelglied ist 0,0020, das sich anschliessende kegelförmige Endglied, bei 0,001 mm Basisbreite, 0,0013 mm lang. Die Kornzelle ist, wie immer, von sehr feinem Protoplasma erfüllt. Der Stiel ist erheblich dunkler, und ebenso eine ganz kleine distale Parthie des Mittelgliedes. Dann kommt, sehr scharf hiegegen abgesetzt, der etwas hellere Inhalt des übrigen Mittelgliedes, von dem sich der wieder sehr dunkle des Endgliedes aufs Schärfste abhebt. Eine besondere Verdichtung der äussersten Spitze lässt sich nicht constatiren.

Wie überhaupt alle nahe an der limitans interna gelegenen Kornzellen, so steht auch diese durch distalwärts abgesandten Fortsatz zunächst mit einer Zwischenganglienzelle und erst durch diese mit einer äusseren Ganglienzelle in Verbindung.

Die oben beschriebenen Sehzellen sind nicht allzu zahlreich; häufiger findet sich folgende Art (Taf. IV, Fig. 49 d). Die Entfernung zwischen Kornzelle und Membrana limitans externa beträgt 0,002 mm. Die Kornzelle misst 0,0053 : 0,0039, das Korn 0,0043 : 0,0033 mm. Die Längenachse der gesammten Anlage ist stets vollkommen senkrecht zur Retinafläche gerichtet. Der Stiel ist zwar auch ziemlich schmal, doch immerhin etwas breiter, als bei den fürs vorliegende Stadium bisher geschilderten Formen. Seine Länge beträgt 0,0013 mm; Mittelglied und Endglied, beide conisch, haben übereinstimmend etwa 0,0023 mm Länge. Ihre aufeinanderstossenden Grundflächen haben einen gemeinsamen Durchmesser von 0,0016 mm. Der Stiel führt ziemlich dunkles, das Mittelglied sehr helles Protoplasma; beide Theile gehen aber auch in dieser Hinsicht ganz allmählich in einander über. Das Endglied ist an seiner Basis von dichterem Protoplasma erfüllt und dadurch gegen das Mittelglied abgesetzt. Die mittleren Parthieen des Endgliedes sind wieder heller, die Spitze ziemlich dunkel.

Die Kornzelle steht durch Distalfortsatz mit einer Zwischenganglienzelle in Zusammenhang, und zwar nimmt dabei eine der letzteren sehr häufig die Ausläufer mehrerer Kornzellen, darunter oft auch solcher, deren Sehelemente einen erheblich niedrigeren Ausbildungsgrad zeigen, in sich auf.

Die Sehzellen der am wenigsten ausgebildeten Art (Taf. IV, Fig. 49 e) stehen auf der des Oefteren geschilderten Stufe der breiten, in eine mehr oder weniger scharfe Spitze ausgezogenen Kuppel, die sich gewöhnlich ganz ohne Stiel an die Kornzelle anschliesst. Letztere ist von der äusseren Grenzmembran höchstens 0,0013 mm entfernt; sie zeigt die Maſsverhältnisse 0,0049 : 0,0039, das Korn 0,0043 : 0,0029 mm. Das Sehelement ist an seiner, wie gesagt, der Kornzelle scheinbar aufsitzenden Basis 0,0023 mm breit. Seine Länge, sowie seine etwa im Niveau der halben Länge gelegene Maximalbreite, betragen beide 0,0033 mm. Nur der basale Theil des Sehelements zeigt eine leichte Trübung und ist dadurch auch im Innern gegen die helle Kornzelle deutlich abgesetzt; in den durchweg, also auch in der äussersten Spitze, ganz hellen, proximalen Theil geht der dichtere distale ohne jede Grenze allmählich über. Die Verbindung mit den Zwischenganglienzellen findet in der für die letztbeschriebene Sehzellart geschilderten Weise statt.

Neben den die Mehrzahl bildenden Sehzellen, auf die ich im Vorstehenden näher eingegangen bin, finden sich indessen auch noch alle möglichen Uebergangsformen von einer Art in die andere, namentlich unter den der äusseren Grenzmembran näherliegenden, mit ihren Kornzellen also die äussere Lage bildenden Sehzellen.

Was die Zwischenganglienzellen betrifft, so ist die Art ihrer Verbindung mit den Sehzellen bereits angegeben worden. Mit den äusseren Ganglienzellen stehen sie ihrerseits wieder durch einfachen Distalfortsatz, und zwar immer nur je eine von ihnen mit einer einzigen äusseren Ganglienzelle, in Zusammenhang. Die Mehrzahl der Zwischenganglienzellen besitzt beim vorliegenden Stadium rundlich-ovale Gestalt; die Zelle misst dann 0,0056 : 0,0046, ihr Kern 0,0046 : 0,0039 mm. Sehr häufig kommen daneben aber auch kugelige Elemente vor, mit einem Durchmesser von 0,0050 mm, während der Kern einen solchen von 0,0042 mm zeigt. Eine Gesetzmässigkeit im Ausbildungsgrad der Sehzellen einerseits und ihrer Verbindung mit einer rundlich-ovalen, oder aber einer kugeligen Zwischenganglienzelle andererseits, habe ich nicht entdecken können.

Die Membrana limitans externa ist zur vollkommenen Membran geworden; ihre innere Contour erscheint indessen immer schwächer, als die äussere. Die Verdichtung der protoplasmatischen Zwischensubstanz in Nachbarschaft der Membran ist vollständig verschwunden.

Eine Granulosa externa wird auch jetzt noch lediglich durch einzelne, sehr schmale Spalträume zwischen äusserer und innerer Körnerschicht angedeutet.

Die Granulosa interna, die sich an die innere Körnerschicht distal anreiht, hat im Augenhintergrund eine Mächtigkeit von 0,0436 mm. Ihre Grundsubstanz bildet ziemlich grobes protoplasmatisches Gerinnsel, das an einzelnen Stellen dichter, dunkler, an anderen wieder feiner, heller erscheint, der Schicht daher ein unregelmässiges, fleckiges Aussehen verleiht. Ohne jede erkennbare Anordnung sind darin zahlreiche ganglienartige Zellen, die schon öfters als solche bezeichneten, Reserveopticusganglienzellen, zerstreut. Dieselben haben überwiegend Form und Grösse der inneren Ganglienzellen (Zelle 0,0072, Kern 0,0059 mm Durchmesser); sie senden fast nach allen Seiten kurze Ausläufer, von denen aber niemals einer eine Bevorzugung in der Ausbildung vor den übrigen erkennen lässt. Nur bei den, den Opticusganglienzellen unmittelbar benachbarten Reservezellen, die den letzteren sich auch in der Grösse etwas genähert haben, ihnen aber darin niemals ganz gleichkommen, findet sich zuweilen ein an Stärke und Länge hervorragender Distalfortsatz. Die übrigen nach derselben Richtung abgehenden Ausläufer sind dann viel kürzer und weniger zahlreich, als dies bei den mehr in der Tiefe der Schicht gelegenen Ganglienzellen der Fall ist.

In der Nähe der inneren Ganglienzellschicht liegen endlich noch ganz vereinzelte zellige Elemente, die in jeder Beziehung den inneren Körnerzellen gleichen.

Die Opticusganglienzellen bilden eine im Augenhintergrunde 0,0125 mm starke, sehr unregelmässige, vielfach durch Zwischenräume unterbrochene Schicht, deren Elemente sehr häufig in die Granulosa interna, seltener in die Bindegewebsfaserschicht hineinragen. Sie sind kugelig, mit einem Durchmesser von 0,0079, ihr Kern mit einem solchen von 0,0059 mm. Sie stehen meistens durch einen Proximalfortsatz in Zusammenhang mit einer einzigen inneren Ganglienzelle. Zuweilen kommt es jedoch vor, dass ein proximalwärts abgesandter Hauptausläufer einer Opticusganglienzelle sich in zwei, oder mehrere Aeste theilt, von denen dann jeder sich mit dem Distalfortsatz einer inneren Ganglienzelle vereinigt. Die Opticusganglienzelle steht in diesem Falle also mit zwei, oder mehr inneren Ganglienzellen in direktem Zusammenhang, welcher jedoch stets mit Hilfe eines einzigen, sich theilenden Hauptfortsatzes der Opticusganglienzelle, nicht etwa durch mehrere gleichwerthige Fortsätze derselben hergestellt wird. Die übrigen proximalen Ausläufer erreichen nur eine geringe Länge, scheinen auch, was ihre Zahl betrifft, zurückgegangen zu sein.

Die Opticusfaserschicht ist 0,0078 mm stark. Ihre Fasern verlaufen sehr unregelmässig, bald zu kleineren Bündelchen vereinigt, bald einzeln, durch Zwischenräume getrennt.

In der protoplasmatischen Grundsubstanz der Schicht finden sich häufig rundlich-ovale Zusammenballungen gröberen Protoplasmas, die aber keine scharfen Umrisse besitzen. Sie kommen schon, wenn auch viel seltener, in den inneren Parthieen der Opticusganglienschicht vor, und ich sehe in ihnen auch hier wieder im Zerfall begriffene Kerne, die letzten Reste nervöser Zellen, welche zur Vermehrung der protoplasmatischen Grundsubstanz beizutragen bestimmt waren.

Die, bei früheren Stadien noch nachweisbare, Bindegewebsfaserschicht lässt sich jetzt von jener Bindegewebsschicht nicht mehr trennen, die ihren Ursprung perivasculären, mit der Centralarterie ins Auge hereingekommenen Gewebszügen, verdankt. Dass diese Schicht beim vorliegenden Stadium zum erstenmale die Bezeichnung einer tunica vasculosa Retinae verdient, wird weiter unten (cfr. „Blutversorgung“) gezeigt werden. Sie breitet sich jetzt auf der Innenfläche der ganzen Retina gegen vorne bis über die Uebergangsschicht zwischen Retina und Iris hin aus. Im Augenhintergrund hat sie ihre grösste Mächtigkeit und nimmt dem distalen Augenpole zu allmählich etwas an Stärke ab. Genaue Maſse festzustellen gestattet mir leider der Zustand meiner Präparate nicht, nur soviel lässt sich sagen, dass von der, bei früheren Stadien zu constatirenden, kegelförmigen Erhebung der fraglichen Schicht im Augenhintergrunde jetzt so ziemlich jede Spur geschwunden, dafür aber, wie bemerkt, ihre Flächenausbreitung sehr weit vorgeschritten, resp. vollendet worden ist.

Ueber die horizontale Ausdehnung der einzelnen Retinaschichten ist noch Folgendes zu bemerken.

Die äussere Körnerschicht verschmilzt mit der inneren kurz vor der proximalen Grenze der Uebergangszone und beide gehen dann in diese über. Die Sehzellen finden sich noch in der Uebergangszone, niemals mehr jedoch auf der retinalen Iris, von welcher ja ohnedies nur eine ganz kleine Strecke dem Pigmentepithel nicht unmittelbar anliegt. Auch in der Uebergangszone sind höher entwickelte Sehzellen sehr selten, wenn sie auch nicht ganz fehlen. Im Uebrigen gilt bei diesem

Stadium wieder der Grundsatz, dass die auf niederer Stufe stehenden Sehzellen im Augenhintergrunde seltener sind, während sie in den dem distalen Augenpole genäherten Theilen der Netzhaut verhältnissmässig zahlreich auftreten. Innere Ganglienzellen und Zwischenganglienzellen finden sich noch etwa bis in die Mitte der Uebergangszone hinein, während die äusseren Ganglienzellen und ihre Reservezellen lange vor Erreichung der proximalen Grenze jenes Gebietes aufhören. Die Reservezellen der inneren Ganglienzellen gehen distalwärts nicht über den Augenaequator hinaus. Die Opticusganglienzellen finden sich, ebenso wie ihre Reservezellen, nur vereinzelt noch im Gebiete der Uebergangszone selbst. Die Granulosa interna, die sich in derselben Stärke, welche sie im Augenhintergrund besitzt, nach vorne zieht, beginnt in einem Abstand von 0,0715 mm von der Uebergangszone an Stärke rasch abzunehmen und verschwindet mit Erreichung der proximalen Grenze dieses Netzhautabschnittes vollständig.

Die Stützfasern zeigen gegenüber den letzten Stadien fast keine Veränderung. Es macht sich jetzt lediglich im Gebiete jener Spalträume zwischen innerer und äusserer Körnerschicht, also in den Andeutungen einer Granulosa externa, eine weit stärkere Verzweigung der hier von den Müller'schen Fasern abgegebenen Seitenäste bemerklich.

Die Stützzellen sind 0,0095 mm lang und 0,0026 mm breit, ihre Kerne messen 0,0072 : 0,0018 mm. Sie fehlen der Opticusfaser- und der Opticusganglienschicht vollständig und sind in dem distalen und centralen Drittel der Granulosa interna sehr selten. Etwas häufiger treten sie im proximalen Drittel der genannten Schicht auf. Noch zahlreicher sind sie dann im ganzen Gebiete der inneren Körnerschicht, besonders zwischen den äusseren Ganglienzellen. Sie werden in der äusseren Körnerschicht dann wieder viel spärlicher, finden sich aber gelegentlich noch zwischen den Kornzellen der inneren, und sogar der äusseren Lage.

Die Membrana limitans interna zeigt keine Veränderung.

Das ausgebildete Thier. (ca. 140 mm.) Taf. V. Fig. 62.

Wie die Grössenverhältnisse des Auges überhaupt, so sind auch diejenigen der Netzhaut bei den einzelnen Individuen so verschieden, dass es nicht möglich ist, allgemeingültige Maſse festzustellen. Ein Bild davon, wie weitgehend die Schwankungen hiebei sind, mag folgende Tabelle geben:

	Länge der Augenachse	Dicke der Retina im Augenhintergrund	Verhältniss von Retinadicke zu Augenachsenlänge
I.	1,0350 mm	0,1313 mm	1 : 7,49
II.	0,9741 —	0,1826 —	1 : 5,19
III.	0,8620 —	0,1105 —	1 : 7,34
IV.	0,7413 —	0,1239 —	1 : 5,98
V.	0,6896 —	0,1416 —	1 : 4,87
VI.	0,6162 —	0,0708 —	1 : 8,70

Ich werde auch bei Beschreibung der Retina des erwachsenen Maulwurfs in der Art vorgehen, dass ich zunächst eine bestimmte Netzhaut, deren Verhältnisse sich bei der Mehrzahl der untersuchten Exemplare in der Hauptsache wiederfinden, herausgreife und diese schildere. Ob, resp. in wieweit sich bei anderen Individuen Abweichungen von diesem Typus zeigen, wird dann am Schlusse der betr. Abschnitte kurz angegeben werden.

Die als Beispiel gewählte Retina (No. 111 der obigen Tabelle) hat, wie bereits gezeigt, im Augenhintergrunde eine Mächtigkeit von 0,1005 mm. Gegen den distalen Augenpol hin verjüngt sie sich, als Ganzes betrachtet, allmählich, so dass sie an der Irisgrenze nur noch 0,0806 mm stark ist.

Die innere Körnerschicht hat im Augenhintergrunde eine Dicke von 0,0260 mm und behält diese bis zu ihrer Irisgrenze unverändert bei.

Ungefähr die Hälfte ihrer zelligen Elemente (abgesehen von den Stützzellen) besteht aus den inneren Körnerzellen. Dieselben sind in der grossen Mehrzahl rundlich-oval, 0,0067 mm lang, 0,0052 mm breit, während ihre Kerne die Maſse 0,0052 : 0,0041 mm aufweisen. Die lange Achse verläuft nur selten genau senkrecht zur Retinafläche, meist weicht ihre Richtung mehr oder weniger davon ab. Neben den rundlich-ovalen kommen aber auch noch kugelige Zellen vor, die ich als Zwischenstufen zwischen den inneren Körnerzellen und den für frühere Stadien so oft beschriebenen und auch hier vorkommenden Reserveganglienzellen auffasse. Sie haben 0,0059, ihre Kerne 0,0048 mm Durchmesser. Die Mehrzahl der inneren Körnerzellen findet sich in den centralen Parthieen der Schicht; nicht selten dringen sie jedoch auch zwischen die Ganglienzellen, sowohl des proximalen, als des distalen Randes ein.

Die inneren Ganglienzellen bilden eine einfache Lage; sie sind oft durch ziemlich weite Abstände voneinander getrennt. Nicht selten ist eine davon auch etwas in die Tiefe der Schicht, niemals aber distalwärts, also ins Gebiet der Granulosa interna hinein verschoben. Sie sind ausnahmslos kugelig mit einem Durchmesser von 0,0081 mm, ihr Kern hat einen solchen von 0,007 mm. Fortsätze gehen von ihnen nur distalwärts — und zwar hier immer nur ein einziger — sowie proximalwärts ab. Von Lateralausläufern fehlt auch die geringste Andeutung. Die Proximalfortsätze sind sehr zahlreich und einander stets gleichwerthig: es ragt also keiner etwa durch besondere Stärke vor den anderen hervor. Sie sind bis in die Mitte der inneren Körnerschicht, in einzelnen Fällen auch noch darüber hinaus, proximalwärts zu verfolgen.

Die äusseren Ganglienzellen sind ebenfalls kugelig; sie messen 0,0096, ihre Kerne 0,0074 mm. Im übrigen verhalten sie sich genau ebenso, wie die inneren: Lateralausläufer fehlen ihnen; sie besitzen einen einzigen Proximalfortsatz und eine Menge distal gerichteter, von welch' letzteren die Mehrzahl bis in die Mitte der inneren Körnerschicht nachweisbar ist, während einige wenige noch über diese Grenze hinausgehen. Ein Zusammenhang der von den beiden Ganglienzellenlagen gegeneinander ausgeschickten Fortsätze, also ein Anastomosiren derselben, ist niemals zu constatiren (und zwar ebensowenig zwischen Ausläufern, welche Zellen derselben Schicht angehören, als zwischen solchen, welche von verschiedenen Lagen ausgehen). Dagegen kommen sich dieselben häufig bis zur gegenseitigen Berührung nahe. Auch zwischen Fortsätzen, welche von verschiedenen Zellen derselben Ganglienlage, sei es der inneren, oder der äusseren, ihren Ursprung nehmen, kommt es niemals zur direkten Vereinigung; es scheint sogar hier niemals auch nur eine Berührung stattzufinden, wenigstens habe ich eine solche, trotz der grössten Aufmerksamkeit, die ich gerade auf diesen Punkt richtete, nicht auffinden können. Das über das wechselseitige Verhalten der Ausläufer Gesagte gilt keineswegs nur für das eine, als Grundlage für meine Beschreibung gewählte Exemplar, sondern in gleicher Weise für alle die zahlreichen Maulwurfsnetzhäute, die ich untersucht habe: Niemals Anastomosiren, zuweilen Contact zwischen den Ausläufern gegenüberliegender, niemals, weder Anastomosiren, noch Contact zwischen den Ausläufern benachbarter Ganglienzellen.

Ganglióse Reserveelemente kommen im Gebiete der inneren Körnerschicht sehr häufig vor. Sie finden sich ohne alle bestimmte Anordnung in dem Raume zwischen äusserer und innerer Ganglienschicht zerstreut. Ihre Gestalt ist kugelig; sie senden nach allen Seiten kurze Fortsätze aus, doch überwiegen dabei die proximalen und distalen, sowohl was Zahl, als was Länge und Stärke betrifft, entschieden ganz bedeutend über die lateralen. Verbindungen gehen sie durch die Fortsätze weder untereinander, noch mit anderen Zellen ein. Eine Unterscheidung zwischen inneren und äusseren Reserveganglienzellen lässt sich nicht strenge durchführen; eine solche könnte sich lediglich auf ihren Platz in der Nähe der einen, oder der anderen Ganglienzellschicht gründen, und es bliebe dann immer noch zweifelhaft, wohin die in der Mitte der inneren Körnerschicht gelegenen Elemente zu rechnen wäre. Was ihre Dimensionen betrifft, so stehen sie darin den inneren Ganglienzellen fast sämmtlich vollkommen gleich, nur einige wenige von ihnen, die unmittelbar neben der äusseren Ganglienschicht gelegen sind, haben einen ein wenig grösseren Durchmesser und nähern sich dadurch den Zellen dieser Schicht etwas mehr.

Die bei den ältesten Embryonen nur in Form einzelner schmaler Spalträume zwischen innerer und äusserer Körnerschicht angedeutete Granulosa externa hat sich jetzt zu einer ununterbrochenen, der inneren Körnerschicht proximal anliegenden, selbständigen Schicht entwickelt. Sie ist im Augenhintergrunde 0,0104 mm dick, nimmt aber gegen den vorderen Augenpol hin an Stärke rasch ab, so dass sie in Nähe der Irisgrenze nur noch 0,0065 mm misst. Die angegebenen Massverhältnisse zeigte die Granulosa externa in den meisten Fällen. Bei einem einzigen der untersuchten Exemplare besass sie jedoch im Augenhintergrunde eine Dicke von 0,0130 mm und nahm gegen den distalen Augenpol hin nicht etwa ab, sondern im Gegentheil ziemlich bedeutend zu, so dass ihre Mächtigkeit an der Irisgrenze 0,0156 mm betrug.

Zellige Bestandtheile besitzt die Schicht, mit Ausnahme einzelner dem Perivasculärgewebe angehöriger, nicht. Ihre Grundmasse besteht aus grobem, sehr unregelmässig vertheiltem Protoplasmagerinnsel, untermengt mit nach allen Richtungen verlaufenden, feinen Faserzügen. Diese gehören zum weitaus grössten Theile den Stützfasern an, deren Seitenäste im Gebiete der Granulosa externa eine ungemein weitgehende Verzweigung erfahren. Daneben scheinen mir aber auch selbständige Faserzüge vorzukommen, die dann meist eine im Allgemeinen horizontale Richtung verfolgen.

Proximal folgt alsdann die äussere Körnerschicht. Bei der grossen Verschiedenheit dieser Schicht in den einzelnen Netzhäuten dürfte es indessen nicht genügen, nur auf ein einziges Exemplar, wie bisher, genauer einzugehen. Ich werde deshalb drei verschiedene Fälle (A, B und C) ausführlicher beschreiben und zwar in erster Linie die äussere Körnerschicht der im Vorstehenden zum Muster genommenen Netzhaut als

Fall A. (Taf. IV, Fig. 50.) Die Schicht hat im Augenhintergrunde eine Mächtigkeit von 0,0377 mm, während sie in der unmittelbaren Nachbarschaft des proximalen Irisrandes noch 0,0208 mm stark ist.

Nicht sehr zahlreich treten in ihr die Körnerzellen auf, die aber eine entschieden regelmässigere Lagerung besitzen, als dies bei den entsprechenden Elementen der inneren Körnerschicht der Fall ist. Zwischen den Kornzellen der Sehzellen finden sie sich niemals, und ebensowenig in der Zwischenganglienschicht. Ihre lange Achse verläuft immer ganz, oder doch nahezu senkrecht zur äusseren Netzhautfläche. Sie messen 0,0059 : 0,0043, ihre Kerne 0,0046 : 0,0063 mm. Kugelige Form zeigen sie niemals.

Von Sehzellen lassen sich hier drei Arten unterscheiden, nemlich ausgesprochene Stäbchen, ausgesprochene Zapfen, und endlich solche, bei denen sich nicht entscheiden lässt, ob sie, im Falle ungestörter Weiterentwicklung, sich zu den einen oder den anderen differenziert haben würden.

Nach der Lage der Kornzellen ist eine Anordnung der Sehzellen zu zwei hintereinandergelegenen Schichten zu erkennen. Die eine, tiefer in der Netzhaut, besteht ausschliesslich aus entschiedenen Stäbchen. Die zweite, der Membrana limitans externa stets mehr angenäherte, erheblich individuenreichere, setzt sich in der Hauptsache aus Zapfen zusammen; daneben finden sich aber auch ziemlich zahlreiche Stäbchen, sowie alle jene noch keine nähere Bestimmung zulassenden Vorstufen zu dieser, oder jener Sehzellart.

Die Kornzellen der inneren, also der tiefer in die äussere Körnerschicht hereinreichenden Stäbchen (Taf. IV, Fig. 50a) sind mit ihrem proximalen Pole meistens 0,0067 mm vom äusseren Netzhautrand entfernt. Sie messen 0,0072 : 0,0043, ihre Kerne, das Stäbchenkorn, 0,0063 : 0,0036 mm. Der die proximale Fortsetzung der Kornzelle bildende schmale Stiel hat eine Länge von 0,0099 mm. Auf ihn folgt das Mittelglied, das einen 0,0059 mm langen, an seiner, proximal gelegenen Basis nur 0,002 mm breiten Kegel darstellt, und auf dieses, sich mit seiner 0,0013 mm breiten Grundfläche an dasselbe ansetzend, das 0,0079 mm lange Endglied. Letzteres erscheint auf den ersten Blick ebenfalls conisch. Bei genauerem Zusehen zeigt es sich aber, dass sein proximales Ende sich zwar ungemein verschmälert, aber keineswegs in eine Spitze ausgezogen hat, sondern mit einer kleinen, horizontalen Fläche, wie rechtwinklig abgeschnitten, aufhört.

Was die Differenzierung des protoplasmatischen Inhalts der Sehzelle betrifft, so ist die Kornzelle sehr hell und fein und geht unmerklich in den Stiel über. Dieser wird in seinem proximalen Abschnitte immer dunkler; sein Inhalt setzt sich in die ebenfalls von sehr dichtem Protoplasma erfüllten, peripherischen Theile des Mittelgliedes fort. Die centralen Parthieen des letzteren erscheinen weit heller. Es hebt sich sehr scharf ab vom Endgliede, dessen basale Parthie ziemlich hell ist, während seine Peripherie und sein ganzes proximales Ende dichtes Protoplasma aufweisen.

Die Stäbchen der äusseren Sehzellenanlage sind noch nicht so weit entwickelt, wie diejenigen der inneren. Die Kornzelle, welche dieselbe Gestalt und dieselben Dimensionen besitzt, wie die ebenbeschriebene, ist von dem äusseren Netzhautrande 0,0013 mm entfernt. Der Stiel hat eine Länge von 0,0015 mm. Das conische Mittelglied, in dessen Spitze der Stiel übergeht, ist 0,0039 mm lang und an seiner Grundfläche 0,0013 mm breit. Auf diese folgt mit seiner 0,001 mm breiten Basis das 0,0059 mm lange Endglied, das hier entschieden Kegelgestalt besitzt, proximal also in eine Spitze ausläuft. Die Kornzelle hat sehr helles Protoplasma, und auch der Stiel ist nur wenig getrübt. Die distale Hälfte des Mittelgliedes besitzt dagegen einen sehr dunklen Inhalt, der sich aber in der proximalen Hälfte nach raschem Uebergang bedeutend aufhellt. Scharf setzt sich dagegen das Endglied ab, dessen basale Parthieen ziemlich trübe erscheinen, während seine proximale Hälfte, mit Ausnahme der sehr dunklen Spitze, wieder von hellerem Protoplasma erfüllt ist.

Die Kornzellen der auf die äussere Sehzellschicht beschränkten Zapfen haben von der Membrana limitans externa keine gleichmässige Entfernung. Es lässt sich dabei die Anordnung deutlich erkennen, dass die höher entwickelten Sehzellen dieser Art tiefer in der Netzhaut wurzeln, als die noch weniger ausgebildeten. Der proximale Pol der Kornzelle ist bei ersteren 0,0045 bis 0,005 mm weit von äusserem Rande der Retina entfernt, während bei letzteren die Kornzelle bis auf 0,002 mm an die limitans externa heranreicht, niemals aber mehr als 0,0038 von derselben absteht.

Die höher entwickelten Zapfen (Taf. IV, Fig. 50b) zeigen folgende Verhältnisse. Die Kornzelle misst 0,0072 : 0,0050, das Zapfenkorn 0,0059 : 0,004 mm. Proximal schliesst sich an die Kornzelle ein 0,0026 mm langer Stiel, und alsdann das tonnenförmige Mittelglied, mit einer Maximaldicke von 0,0026 mm, und 0,002 mm distaler, wie proximaler Basisbreite. Die Länge des Mittelgliedes, das man auch als Zapfenkörper bezeichnen mag, beträgt 0,0059 mm. Den Beschluss bildet das 0,0033 mm lange, an seiner Basis 0,002 mm breite, conische Endglied. Das Protoplasma von Kornzelle und Stiel ist sehr hell, nur an seinem proximalen Ende zeigt letzterer eine leichte Trübung und geht so ganz allmählich in das ebenfalls von ganz feinem, nur leicht getrübtem Protoplasma gleichmässig erfüllte Mittelglied über. Das Endglied ist, mit Ausnahme seiner trüben Spitze, ganz hell und ausserdem noch durch eine deutliche Grenzmembran von dem Mittelglied getrennt.

Die Kornzelle der in der Ausbildung etwas mehr zurückgebliebenen Zapfen (Taf. IV, Fig. 50c) zeigt die Maſse 0,0066 : 0,0040, ihr Kern 0,0049 : 0,0032 mm. Der Stiel ist 0,002 mm lang. Das ebenfalls tonnenförmige, 0,0043 mm lange Mittelglied besitzt eine grösste Breite von 0,0023 mm; seine beiden Endflächen haben einen Durchmesser von je 0,0013 mm. Das 0,0039 mm lange, kegelförmige Endglied hat 0,001 mm Basisbreite. Die Kornzelle besitzt sehr hellen Inhalt. Der Stiel ist dagegen viel dunkler und geht allmählich in das von ganz dichtem, sehr trübem Protoplasma gleichmässig erfüllte Mittelglied über. Das Endglied ist, abgesehen von der starkgetrübten Spitze, sehr hell und hebt sich deshalb gegen das Mittelglied aufs Schärfste ab. Eine trennende Membran zwischen beiden Theilen fehlt indessen.

Diejenigen Sehzellen, deren spätere Bestimmung sich nicht erkennen lässt (Taf. IV, Fig. 50 d), besitzen sämmtlich jene für die früheren Stadien so oft beschriebene Form der hohen, in eine Spitze endigenden Kuppel, die auf dem Längsschnitte die Gestalt eines kurzen, gedrungenen Blattes ohne Stiel zeigt. Ihre Kornzelle stösst unmittelbar an die äussere Grenzmembran der Retina, oder ist von derselben doch nur ganz wenig entfernt. Sie ist 0,0066 mm lang und 0,0046 mm dick; ihr Kern misst 0,0046 : 0,0036 mm. Das Sehelement hat eine Breite von 0,0026, bei 0,0035 mm Länge. Sein Basistheil, 0,0014 mm breit, hat sich in vielen Fällen etwas in die Länge gezogen und bildet so die erste Andeutung eines Stieles. Abgesehen von dieser Basisparthie, die leicht getrübt ist, und von ihrer stark getrübten, äussersten Spitze, besitzt die ganze Sehzellenanlage durchweg sehr feines, helles Protoplasma.

Sämmtliche Sehzellen senden vom distalen Pole der Kornzelle je einen distal gerichteten Fortsatz ab, der von einer etwa in der Mitte der äusseren Körnerschicht gelegenen ganglienartigen [1]) Zelle aufgenommen wird. Diese Zellen, die sich bei keinem Embryonalstadium finden, sind ausnahmslos kugelig, sie besitzen 0,0059, ihre Kerne 0,0046 mm Durchmesser und zeigen, besonders was die Struktur ihres Kernes betrifft, grosse Aehnlichkeit mit den äusseren Körnerzellen. Sie liegen meist in einfacher, ganz selten, und dann immer nur eine kleine Strecke weit, doppelter Lage, wie gesagt, etwa in der Mitte der äusseren Körnerschicht, doch etwas mehr dem distalen Rande derselben genähert. Stets nimmt eine von ihnen nur den Distalfortsatz einer einzigen Kornzelle in sich auf. Ich möchte sie als eingeschobene Ganglienzellen bezeichnen, ein Ausdruck, der durch ihre Lage, sowie ihre Beziehung zur nervösen Leitung innerhalb der Retina genügend begründet sein dürfte.

---

[1]) Der Ausdruck ganglienartige Zelle ist streng genommen nicht richtig. Besser wäre „ganglienzellenartige Zelle.“ Ich glaubte mir indessen die Abkürzung doch erlauben zu dürfen, um die letztere, schwerfällige Bezeichnung vermeiden zu können.

Diese Zellen schicken ihrerseits wieder Distalfortsätze ab und bewirken durch dieselben die Verbindung mit den Elementen der Zwischenganglienschicht. Letztere nehmen stets mehrere solcher Fortsätze in sich auf, und zwar scheint es dabei gleichgiltig zu sein, ob auf diese Weise ein Zusammenhang derselben Zwischenganglienzelle nur mit Sehzellen, die alle auf der nämlichen Entwicklungsstufe stehen, oder mit Elementen verschiedenen Ausbildungsgrades hergestellt wird. Niemals jedoch ist eine Zwischenganglienzelle mit deutlich erkennbaren Stäbchen und zugleich mit Zapfen in Verbindung getreten, sie nimmt vielmehr stets nur die Ausläufer, entweder von eingeschobenen Ganglienzellen, die mit Zapfen, oder aber von solchen, die mit Stäbchen verbunden sind, in sich auf. Dieser Umstand giebt ein Mittel an die Hand, in vielen Fällen auch für jene Sehelemente, deren Form noch weder die Bezeichnung als Stäbchen, noch als Zapfen zulässt, anzugeben, zu welcher der beiden Arten sie sich, ungestörte Weiterentwicklung angenommen, voraussichtlich differenzirt haben würden. Ist eine solche unbestimmbare Sehzelle durch Vermittlung ihrer eingeschobenen Ganglienzelle in Verbindung mit einer Zwischenganglienzelle getreten, die sonst nur mit Stäbchen einen Zusammenhang besitzt, so ist anzunehmen, dass auch sie als Stäbchenanlage aufgefasst werden muss, und entsprechend verhält es sich in Bezug auf die wenig ausgebildeten Sehzellen, die mit einer Anzahl Zapfen die gemeinsame Zwischenganglienzelle theilen.

Die letzteren liegen am distalen Rande der äusseren Körnerschicht in einfacher, häufig durch Zwischenräume, in die sich dann andere Zellen eingedrängt haben, unterbrochener Lage. Sie haben sämmtlich Kugelform. Ihr Durchmesser beträgt 0,0092, der ihres Kernes 0,0066 mm. Proximalfortsätze besitzen sie, mit Ausnahme der ihnen mit den eingeschobenen Ganglienzellen gemeinsamen, keine; ebensowenig finden sich seitliche Ausläufer. Distalwärts senden sie in der Regel einen einzigen Hauptfortsatz und gewinnen vermittelst desselben eine Verbindung mit einer der äusseren Ganglienzellen. Zuweilen gehen jedoch von einer Zwischenganglienzelle, neben einigen kleinen, ziemlich kurzen, noch zwei, oder mehrere grosse Distalfortsätze aus, von welchen dann jeder mit einer äusseren Ganglienzelle in Connex tritt. Eine einzige der letzteren nimmt unter allen Umständen immer nur einen einzigen von einer Zwischenganglienzelle herkommenden Ausläufer auf.

Die Membrana limitans externa zeigt das für die höchstentwickelten Embryonalstadien beschriebene Verhalten.

Fall B. (Taf. IV, Fig. 51.) Die äussere Körnerschicht ist im Augenhintergrunde 0,0377 mm stark; gegen den distalen Augenpol hin nimmt sie ziemlich rasch ab und misst in Nähe der proximalen Irisgrenze in Folge dessen nur noch 0,0169 mm in der Dicke. Die äusseren Körnerzellen sind bei dieser Netzhaut sehr zahlreich: sie machen fast die Hälfte sämmtlicher zelligen Elemente der Schicht aus und finden sich in den centralen Theilen der Schicht, sowie zwischen Elementen der Zwischenganglienschicht eingestreut ungefähr in derselben Menge. Im Gebiet der Kornzellen fehlen sie aber vollständig. Sie besitzen stets rundlich-ovale Form und erscheinen etwas kleiner als beim Fall A, denn ihre Maſse stellen sich auf 0,0046 : 0,0033, die ihrer Kerne auf 0,0033 : 0,0026 mm. Die Richtung ihrer langen Achse weicht von der zur äusseren Grenzmembran senkrechten noch erheblicher und in noch zahlreicheren Fällen ab, als dort.

Die Sehzellen sind entschieden weniger weit entwickelt, doch kann man auch hier unschwer Stäbchen und Zapfen erkennen; freilich sind die Sehelemente, die eine solche Unterscheidung noch nicht zulassen, ungleich häufiger, als im Falle A.

Von einer bestimmten Anordnung der Kornzellen zu einer, oder zwei, auch nur annähernd regelmässigen Lagen ist absolut nicht die Rede. Sie liegen, anscheinend ganz regellos, bald unmittelbar an der Membrana limitans externa, bald mehr, oder weniger weit in der Tiefe der Schicht (Maximaldistanz von der äusseren Grenzmembran 0,01 mm). Eine Gesetzmässigkeit lässt sich dabei nur insofern erkennen, als stets diejenigen Kornzellen, deren Sehelemente die Stäbchenform am Deutlichsten ausgeprägt zeigen, am weitesten von der Grenzmembran entfernt liegen, während die Zapfenkornzellen derselben näher kommen, und die Kornzellen der noch unentwickelten Sehelemente endlich sich stets in nächster Nachbarschaft der limitans externa halten.

Bei den am höchsten entwickelten Stäbchen (Taf. IV, Fig. 51 a) hat der proximale Pol der Kornzelle von der limitans externa etwa 0,01 mm Entfernung. Die Kornzelle ist rundlich-oval; ihre zur äusseren Netzhautfläche stets senkrecht verlaufende, lange Achse misst 0,0049, die kurze 0,0043 mm. Das Korn hat die Verhältnisse 0,0036 : 0,0033 mm. Der sehr dünne Stiel besitzt eine Länge von 0,0079 mm. Das conische Mittelglied, dessen Spitze die Fortsetzung des Stieles bildet, ist 0,0039 mm lang und an seiner Basis 0,0012 mm dick. Hieran schliesst sich das 0,0043 mm lange Endglied. Dasselbe hat an seiner distalen Grenze eine Breite von 0,0006 mm und verdünnt sich gegen sein proximales Ende hin ganz langsam auf (schliesslich) 0,0005 mm. Es endigt nicht in einer Spitze, sondern mit einer zu seiner Längenachse senkrecht gestellten Ebene. Kornzelle, Stiel und distale Hälfte des Mittelgliedes führen ganz feines, helles Protoplasma. Der proximale Abschnitt des Mittelgliedes ist etwas dunkler und dadurch gegen das, in seinen distalen Parthieen wieder sehr helle Endglied scharf abgesetzt. In seltenen Fällen findet sich zwischen den beiden Theilen auch noch eine trennende Membran. Das proximale Ende der ganzen Anlage ist leicht getrübt.

Bei einer fast ebenso häufig vorkommenden Sehzelle, die sich schon durch ihre Form gleichfalls als Stäbchen charakterisirt, ist der proximale Pol der Kornzelle von der limitans externa durchschnittlich etwa 0,0066 mm entfernt. Die Kornzelle, deren lange Achse meist ebenfalls eine zur äusseren Retinafläche senkrechte Richtung verfolgt, misst 0,0046 : 0,0036, das Korn 0,0033 : 0,0029 mm. Der Stiel ist 0,0092, das conische Mittelglied 0,0026 mm lang. Die die proximale Begrenzung bildende Grundfläche des letzteren hat einen Durchmesser von 0,001 mm. Das Endglied besitzt eine Anfangsbreite von 0,0006 mm. Es ist 0,0039 mm lang und endigt ebenfalls nicht in einer Spitze, sondern wird durch eine zur Längsachse senkrecht gestellte Ebene abgeschlossen, deren Durchmesser etwa 0,0005 mm beträgt. Die Kornzelle ist sehr hell, Stiel und Mittelglied sind ganz leicht getrübt. Das Endglied ist in seinen distalen Parthieen etwas dunkler, und es kommt dadurch zwischen beiden Theilen eine scharfe Grenze zu Stande, auch wenn, wie dies meistens der Fall ist, eine trennende Membran fehlt.

Bei den am weitesten in der Entwicklung fortgeschrittenen Zapfen beträgt die Distanz zwischen Kornzelle und limitans externa 0,0059 mm. Der demjenigen der Stäbchen an Stärke ziemlich überlegene Stiel ist 0,0026 mm lang und geht unmittelbar in das Mittelglied über. Dieses hat eine Länge von 0,0043 mm. Es hat die Form einer 0,0023 mm dicken Spindel, deren proximales Ende durch eine 0,0013 mm im Durchmesser haltende Ebene rechtwinklig abgeschnitten ist. Das den Schluss der Sehzelle bildende, kegelförmige Endglied hat eine Länge von 0,002 mm bei 0,0013 mm Basisbreite. Die Kornzelle ist auch hier wieder sehr hell. Stiel und Mittelglied sind von leichtgetrübtem, das Endglied von sehr dichtem, dunklem Protoplasma gleichmässig erfüllt. Eine Grenzmembran zwischen Mittel- und Endglied existirt nur in ganz seltenen Fällen.

Eine nicht selten vorkommende, noch unbestimmte Sehzelle (Taf. IV, Fig. 51b) zeigt folgende Verhältnisse: Die Kornzelle ist von der äusseren Grenzmembran 0,0034 mm entfernt. Sie misst 0,0059 : 0,0036, ihr Kern 0,0039 : 0,0029 mm. Der mittelstarke Stiel ist 0,002 mm lang. Das sich anschliessende Mittelglied zerfällt auffallender Weise in zwei Abschnitte: einen distalen, kegelförmigen, dessen Spitze in den Stiel übergeht, und der bei 0,0016 Basisbreite ca. 0,0006 mm lang ist. Der proximale Theil des Mittelgliedes zeigt die Gestalt eines 0,0013 mm langen, 0,0016 mm dicken Cylinders. Hierauf folgt dann das an seiner Basis ebensostarke, 0,0010 mm lange conische Endglied. Die Kornzelle erscheint, wie fast immer, sehr hell, der Stiel leicht getrübt. Der distale Abschnitt des Mittelgliedes ist von sehr dichtem Protoplasma erfüllt und hebt sich von dem, ziemlich hellen proximalen aufs Schärfste ab. Ebenso ist dann wieder das dunkle Endglied gegen das Mittelglied, auch ohne trennende Membran, deutlich abgesetzt.

Neben den beschriebenen finden sich dann noch niedriger stehende Sehzellen in den mannigfachsten Formen und Uebergängen, doch sind alle so weit entwickelt, dass sich zwischen Kornzelle und Sehelement wenigstens der Anfang zur Ausbildung eines Stieles zeigt. Die Stufe der einfachen, in eine Spitze endigenden Kuppel, die mit breiter Basis der Kornzelle scheinbar direkt aufsitzt, fehlt vollständig.

Die Distalfortsätze der Kornzellen werden auch im Fall B stets von einer eingeschobenen Ganglienzelle aufgenommen und zwar auch hier immer nur je einer von einer der letzteren. Diese zeigen hier in der Mehrzahl rundlich-ovale Gestalt (Maſse: 0,0046 : 0,0033 mm für die Zelle, 0,0033 : 0,0026 mm für den Kern, also genau, wie für die äusseren Körnerzellen), doch kommen daneben auch kugelige Elemente vor. (Zelle 0,0041, Kern 0,0030 mm Durchmesser.) Sie sind sehr unregelmässig durch die äussere Körnerschicht verstreut. In der Hauptsache liegen sie etwas distal von der Mitte derselben. Nur ganz selten gehen sie über diese Grenze proximalwärts hinaus, sehr häufig aber finden sie sich distalwärts verschoben, in einzelnen Exemplaren bis in die unmittelbare Nähe der Zwischenganglienzellen. Die eingeschobene Ganglienzelle sendet einen einzigen Distalfortsatz aus, der von einer Zwischenganglienzelle aufgenommen wird. Von Letzteren vereinigt auch hier eine einzige stets die Ausläufer mehrerer eingeschobener Ganglienzellen in sich. Es scheint dabei ebenfalls wieder der Grundsatz durchgeführt zu sein, dass Zapfen und Stäbchen immer zu verschiedenen Zwischenganglienzellen in Beziehung treten, allein der Umstand, dass bei der vorliegenden Netzhaut die als solche deutlich unterscheidbaren Stäbchen, resp. Zapfen viel seltener sind, verhinderte es, diese Gesetzmässigkeit mit der Sicherheit nachzuweisen, mit der dies für Fall A geschehen konnte. Die kugeligen Zwischenganglienzellen haben 0,0092, ihre Kerne 0,0066 mm Durchmesser. Im Uebrigen gilt betreffs ihrer, sowie auch hinsichtlich der Membrana limitans externa, das für Fall A Gesagte.

Fall C. Im Augenhintergrunde 0,0260 mm stark nimmt die äussere Körnerschicht dieser Netzhaut gegen den vorderen Augenpol hin an Dicke allmählich zu, bis sie, in Nähe der Irisgrenze, eine Mächtigkeit von 0,0299 mm gewonnen hat. Die äusseren Körnerzellen sind etwas zahlreicher, als im Falle A, treten aber lange nicht in der Menge auf, wie sie Fall B zeigt. In der Hauptsache liegen sie in den centralen Theilen der Schicht; sie finden sich indessen auch gelegentlich in der Lage der Zwischenganglienzellen, niemals aber zwischen den Kornzellen. Letztere sind in der Mehrzahl zu einer, freilich sehr unregelmässigen, einfachen Lage angeordnet, die von der Membrana limitans externa sich immer in einer gewissen Entfernung hält. Häufig finden sich jedoch weiterhin einzelne Kornzellen der letzteren genähert, oft bis zur Berührung; man mag deshalb auch von einem Arrangement der Kornzellen in zwei Schichten sprechen, hätte aber dann festzuhalten, dass die äussere derselben, die der Grenzmembran näherliegende, sehr lückenhaft ist, und ihre Elemente häufig durch sehr weite (oft das 6- bis 8fache der Zelldicke betragende) Abstände getrennt sind. Auch die Form und Grösse der Kornzellen schwankt bedeutend. Stäbchen lassen sich zuweilen, wohlentwickelte Zapfen dagegen fast niemals constatieren. Die grosse Masse der Sehzellen bilden jene noch unbestimmten Elemente.

Die wenigen deutlichen Stäbchen reichen mit ihren Kornzellen auch hier stets am weitesten in die äussere Körnerschicht distalwärts hinein. Die Entfernung zwischen dem Proximalpol dieser Zellen und der Membrana limitans interna kommt im Maximum auf 0,0068, beträgt aber niemals weniger, als 0,0046 mm. Die Kornzelle ist meist rundlich-oval; ihre lange Achse verläuft stets senkrecht zur Netzhautfläche. Die Zelle misst 0,0053 : 0,0043, ihr Kern 0,0039 : 0,0033 mm. Gelegentlich besitzt aber die Kornzelle dieser Stäbchen auch Kugelgestalt, wobei sich der Durchmesser der Zelle auf 0,0053, der des Kornes auf 0,0036 mm stellt. Je nachdem nun die Kornzelle mehr, oder weniger in der Tiefe der Retina ihren Platz hat, ist auch der von ihr ausgehende Stiel länger oder kürzer; die Maſse schwanken in dieser Beziehung zwischen 0,01 und 0,0046 mm. Das conische Mittelglied ist fast immer 0,0021 mm lang und hat eine Basisbreite von 0,0015 mm. Das Endglied, dessen Dicke an der distalen Grenze sich zwischen 0,0010 und 0,0013 mm hält, besitzt auch keine constante Länge, dieselbe bewegt sich vielmehr innerhalb der Grenzen von 0,0026 und 0,0041 mm. Meist ist das Endglied in eine Spitze ausgezogen und die Berechtigung, das Sehelement als Stäbchen anzusprechen, gründet sich alsdann nur auf die bedeutende Länge von Stiel und Endglied. Zuweilen findet sich jedoch auch die in Fall A und B häufige rechtwinklige Abflachung des Endgliedes an seiner proximalen Grenze.

Bei allen diesen Stäbchenanlagen besitzt die Kornzelle sehr feines, helles Protoplasma; der leicht getrübte Stiel geht allmählich in die nur wenig dunkleren, distalen Parthieen des Mittelgliedes über. Dieses hellt sich stets gegen seine proximale Grenze hin allmählich etwas auf, doch ist diese Erscheinung in vielen Fällen auf die centralen Parthieen beschränkt, während die Peripherie trübe bleibt. Der basale Abschnitt des Endgliedes ist stets viel heller, als das proximale Mittelglied, und es kommt auf diese Weise zwischen beiden Theilen eine deutliche innere Grenze zustande. Eine Trennungsmembran fehlt stets. Die Spitze des Endgliedes, resp. der abgeflachte Theil des Stäbchens, ist stets mehr, oder weniger getrübt.

Die Kornzellen einer weiteren Sehzellform, welche man, freilich nicht mit Sicherheit, für eine Zapfenanlage erklären kann, sind von der limitans externa ca. 0,0033 mm entfernt. Sie sind 0,0053 mm lang und 0,0039 mm dick, ihr Kern hat eine lange Achse von 0,0046, eine kurze von 0,0033 mm. Der Stiel ist 0,0029 mm lang und, wie ich freilich nur in wenigen Fällen constatieren konnte, entschieden etwas stärker, als bei den Stäbchen. Es folgt als Fortsetzung des Stieles das conische Endglied, 0,002 mm lang. Seine 0,0013 mm im Durchmesser haltende, proximale Begrenzung zeigt eine starke Convexität, der eine Concavität des 0,002 mm langen, ebenfalls kegelförmigen Endgliedes entspricht. Der an die helle Kornzelle sich anreihende Stiel ist ziemlich stark getrübt und geht ohne Grenze in die von augenscheinlich gleichgeartetem Protoplasma erfüllte, distale Parthie des Mittelgliedes über. Der proximale Abschnitt des letzteren ist sehr hell; es entsteht so eine ziemlich scharfe Grenze zwischen beiden Hälften des Mittelgliedes, die aber nicht eben verläuft, sondern eine Convexität des helleren Abschnittes in den dunkleren (distalen) hinein aufweist. Das Endglied ist, dadurch gegen das Mittelglied scharf abgesetzt, sehr dunkel und zwar vor Allem in seiner äussersten Spitze.

Zuweilen kommen auch Stäbchenanlagen vor, deren Kornzellen direkt an die Membrana limitans externa anstossen. Die Kornzelle misst dabei 0,005 : 0,0039, das Korn 0,0041 : 0,0031 mm; ihre lange Achse hat zur limitans externa stets senkrechte Richtung. Die proximale Fortsetzung bildet ein 0,0016 mm langer Stiel, an den sich die Spitze des etwa zuckerhutförmigen Mittelgliedes ansetzt. Dieses ist 0,0018 mm lang, 0.0017 mm dick. Das Endglied, an seiner Basis 0,0008 mm breit, besitzt eine Länge von 0,0043 mm. Es verjüngt sich gegen sein proximales Ende hin allmählich bis auf 0,0006 mm, ohne dabei in eine Spitze auszulaufen. Die Kornzelle und die distalen Hälften des Stieles, sowie des Endgliedes sind sehr hell. Das Mittelglied wird ganz gleichmässig von ziemlich dichtem, trübem Protoplasma erfüllt und ist gegen das Endglied dadurch scharf abgehoben, ohne dass eine Grenzmembran zwischen ihnen vorhanden wäre· Die proximalen Parthieen von Stiel und Endglied sind leicht getrübt und gehen in die helleren Parthieen derselben Theile ohne jede Grenze ganz allmählich über.

Ziemlich häufig tritt eine mit ihrer Kornzelle ebenfalls hart an der äusseren Netzhautgrenze gelegene Sehzellenlage auf, die noch keine Unterscheidung zwischen Stäbchen und Zapfen zulässt. Die Kornzelle, deren lange Achse die limitans externa nur in ganz seltenen Fällen unter rechtem Winkel trifft, ist 0,0069 mm lang und 0,0036 mm breit. An sie schliesst sich proximal ein nur 0,0011 mm langer und ebenso breiter Stiel, der in das schmale Ende des etwa keulenförmigen Mittelgliedes übergeht. Dieses ist 0,0025 mm lang; seine Maximaldicke, die es in Nähe des proximalen Endes erreicht, beträgt 0,002 mm. Das conische Endglied hat eine Länge von 0,0026, einen Grundflächen-Durchmesser von 0,0015 mm. Mit Ausnahme des basalen Mittelgliedes und der Spitze des Endgliedes, die leicht getrübt erscheinen, ist die ganze Anlage von sehr hellem, feinem Protoplasma erfüllt.

Neben den beschriebenen Arten kommen auch im Fall C noch eine Menge von Uebergangsformen vor. Vor Allem giebt es unter den noch nicht näher bestimmbaren Sehzellen die allerverschiedensten Gestalten, doch sind dieselben auch hier ebenfalls immer wenigstens auf der Stufe angelangt, auf welcher Sehelement und Kornzelle nicht direkt, sondern durch einen deutlich erkennbaren Stiel zusammenhängen. Die für Fall A nachweisbare Form der stiellosen Kuppelzelle fehlt also auch hier, ebenso, wie in Fall B, vollständig.

Die eingeschobenen Ganglienzellen sind rundlich-oval und messen 0,0053 : 0,0042, ihre Kerne 0,0038 : 0,0035 mm. Auch hier nimmt in der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Fälle eine solche Zelle immer nur den Fortsatz einer Kornzelle auf. Sehr selten scheint es indessen auch vorzukommen, dass eine eingeschobene Ganglienzelle durch Verbindung mit derartigen Ausläufern zwei, oder mehrere Sehzellen auf sich vereinigt; die letzteren gehören dann stets einer höher entwickelten Stufe, wenn auch niemals der höchsten, an. Ganz sicher bin ich aber betreffs dieser Verhältnisse nicht, da ich die geschilderte Verbindung mehrerer Kornzellen mit einer jener Ganglienzellen nur in einem einzigen Präparate und auch da nicht mit der wünschenswerthen Deutlichkeit habe nachweisen können. Weitergehende Schlüsse möchte ich daher auf meine Beobachtung, vorläufig wenigstens, nicht aufbauen; immerhin glaubte ich aber, der Sache wenigstens Erwähnung thun zu sollen.

Die eingeschobenen Ganglienzellen liegen in der Hauptsache in einfacher, wenig regelmässiger Lage, etwas distal von der Mitte der äusseren Körnerschicht, finden sich aber häufig auch der limitans externa mehr genähert, in einzelnen Fällen bis auf die Entfernung von 0,009 mm.

Von den kugeligen Zwischenganglienzellen sind zwei durch ihre Grösse verschiedene Arten zu unterscheiden. Die erste derselben, die weitaus die Mehrzahl bildet, hat einen Durchmesser von 0,0066 mm für die Zelle, 0,0043 mm für den Kern; bei der zweiten, viel spärlicher vertretenen, misst die Zelle 0,0079, der Kern 0,0059 mm. Bezüglich der Rolle, welche sie in der nervösen Leitung spielen, scheint mir zwischen beiden Arten der Unterschied zu bestehen, dass die kleineren Zwischenganglienzellen meistens nur mit einer, seltener mit mehreren eingeschobenen Ganglienzellen verbunden sind, während die grösseren umgekehrt fast immer mit einer ganzen Anzahl jener eingeschobenen Ganglienzellen, nur äusserst selten, vielleicht niemals, mit nur einer einzigen von diesen in direktem Zusammenhange stehen. Ausserdem besitzen die kleineren Zwischenganglienzellen neben dem, in der Einzahl oder Mehrzahl vorhandenen, distalen Hauptfortsatz, der die Verbindung mit den äusseren Ganglienzellen vermittelt, stets noch eine ziemliche Anzahl kürzerer und schwächerer Distalausläufer, eine Erscheinung, die sich bei den grossen Zwischenganglienzellen meist gar nicht, oder doch in viel geringerem Umfange findet. Proximale Fortsätze ausser den ihnen mit den eingeschobenen Ganglienzellen gemeinsamen, oder Lateralfortsätze fehlen beiden Arten von Zwischenganglienzellen.

Die Membrana limitans externa zeigt keine Besonderheiten.

Zur Beschreibung der distal von der inneren Körnerschicht gelegenen Netzhautparthieen mag es wieder genügen, näher auf eine einzige Retina (diejenige, welche für die äussere Körnerschicht als Fall A bezeichnet wurde) einzugehen und etwaige Abweichungen von den dabei sich ergebenden Verhältnissen kurz anzudeuten.

Die Granulosa interna hat in dieser Retina im Augenhintergrunde eine Mächtigkeit von 0,0195 mm. Sie besteht in der Hauptsache aus ziemlich grobem Protoplasmagerinnsel, das in den beiden proximalen Dritteln der Schicht ganz gleichmässig vertheilt erscheint, während sich im distalen Drittel hellere und dunklere Stellen in der Art von einander abheben, dass das Bild eines dichteren Netzwerkes in feinerer Grundsubstanz entsteht. Von zelligen Elementen finden sich in der Granulosa interna vor Allem wieder die gangliösen Reservezellen für die Opticusganglienschicht. Dieselben sind hier im Allgemeinen zu zwei Lagen angeordnet, von denen die eine nahe der inneren Körnerschicht, die andere in Nachbarschaft der Opticusganglienzellen, also am distalen Rande der Granulosa interna, sich hinzieht. Die Zellen der erstgenannten Lage sind ausnahmslos kugelig mit einem Durchmesser von 0,0072 mm, während ihr Kern einen solchen von 0,0039 mm besitzt. Sie liegen oft ziemlich weit auseinander, gelegentlich aber auch einander sehr genähert, ohne dass es freilich jemals zur gegenseitigen Berührung käme. Nach allen Seiten senden sie kurze, feine Ausläufer, die aber niemals, weder unter sich, noch mit anderen zelligen Elementen, irgend welche Verbindung eingehen. Einzelne, besonders stark entwickelte Fortsätze lassen sich niemals nachweisen, dagegen ist deutlich zu bemerken, dass die Lateralausläufer, sowohl was Zahl, als was Stärke und Länge betrifft, erheblich hinter den distalen und proximalen zurückbleiben.

Die ebenfalls kugeligen Zellen des inneren Randes der Granulosa interna sind erheblich grösser. Ihr Durchmesser beträgt bis zu 0,0099, der ihrer Kerne 0,0066 mm. Auch zwischen ihnen finden sich gelegentlich ziemlich grosse Zwischenräume. Ausserdem nähern sich das eine Mal einzelne von ihnen den Opticusganglienzellen etwas mehr, ein anderes Mal scheinen andere wieder weiter in die Tiefe der Granulosa hineingerückt. Auch sie schicken nach allen Seiten Ausläufer, von denen ebenfalls wieder die lateralen, und zwar hier in noch höherem Grade, als vorhin, hinter den übrigen zurückgeblieben sind. In einzelnen Fällen hat, besonders bei denjenigen Zellen, die der Opticusganglienschicht sehr nahe kommen, ein einzelner Distalfortsatz in Stärke und Länge über die übrigen ein bedeutendes Uebergewicht erlangt; selten zeigt sich dieselbe Erscheinung auch in Bezug auf einen der proximalwärts abgehenden Ausläufer.

In der Mitte der Granulosa interna treten häufig noch Ganglienzellen auf, die etwa 0,0083 mm (Kern 0,0052 mm) Durchmesser besitzen und durch diese Dimensionen, in denen sie ja zwischen den Reserveganglienzellen der inneren und denen der äusseren Schicht die Mitte halten, sowie durch ihre Lage zwischen den beiden Schichten, bald der einen, bald der anderen etwas mehr genähert, den Uebergang vermitteln. Auch sie lassen nach allen Richtungen Ausläufer abgehen, von welchen ebenfalls wieder die distalen und proximalen in jeder Hinsicht über die lateralen überwiegen. Eine Verbindung mit anderen Zellen, und wäre es auch nur durch Contact, wird durch diese Fortsätze entschieden nicht hergestellt.

Diese Reserveopticusganglienzellen der Granulosa interna scheinen dieselben Elemente zu sein, wie diejenigen, durch welche Hess die „innere reticuläre Schicht“ ausgezeichnet sein lässt, und die er als grosse „offenbar Ganglienzellen gleichwerthige Zellen“ beschreibt. Ich habe deren Existenz bei einer früheren Gelegenheit [1]) bestreiten zu müssen geglaubt, ein Irrthum, den ich hiemit berichtigt haben möchte.

Endlich kommt im Gebiete der Granulosa interna noch eine weitere Art von Zellen vor. Dieselben sind rundlich-oval, sie messen 0,0066 : 0,0043, ihre Kerne 0,0049 : 0,0033 mm, sind also etwas grösser, als die inneren Körnerzellen, denen sie sonst in jeder Beziehung vollständig gleichen. Man hat es hier wieder mit den für die embryonalen Netzhäute so oft constatierten Vergrösserungs- resp. Vermehrungszellen zu thun. Sie finden sich, freilich immer nur wenig zahlreich, vorwiegend am inneren Rande der Granulosa interna, kommen aber vereinzelt auch in Nähe der inneren Körnerschicht vor, während sie in den centralen Parthieen der Granulosa interna fehlen. Abweichungen von der geschilderten Zusammensetzung dieser Schicht kommen, abgesehen von den schwankenden Stärkeverhältnissen, nur in Bezug auf Menge und Anordnung der Reserveganglienzellen vor. Diese fehlen zuweilen in der proximalen Hälfte der Schicht vollständig, während sie in der distalen, und zwar besonders an deren innerem Rande, weit häufiger werden, als in den Netzhäuten der oben beschriebenen Art. In anderen Fällen halten sich die Reserveopticusganglienzellen hauptsächlich in der Mitte der Granulosa interna, wo sie zu 2 bis 3, ziemlich unregelmässig verlaufenden Lagen angeordnet sind. Ihre Dimensionen entsprechen dann denjenigen der Reserveganglienzellen, welche in der als Beispiel herausgegriffenen Netzhaut die Vermittler zwischen den beiden peripherischen Ganglienzellenlagen zu bilden scheinen. Daneben finden sich aber vereinzelt in Nachbarschaft der inneren Körnerschicht kleinere, nahe den Opticusganglienzellen grössere Reserveelemente. In wieder anderen Fällen sind diese, von Aussen nach Innen an Grösse allmählich zunehmend, ohne jede erkennbare Anordnung durch die ganze Granulosa interna verstreut.

---

[1]) C. Kohl. Einige Notizen über das Auge von Talpa europaea und Proteus anguineus. in Zool. Anzeiger. 1889. No. 312.

Auch hinsichtlich der „Vergrösserungszellen“ zeigen einzelne Netzhäute ein abweichendes Verhalten. Dieselben fehlen z. B. zuweilen vollständig. In anderen Fällen sind sie dagegen ziemlich zahlreich und finden sich regellos in der ganzen Granulosa interna. Ein anderes Mal sind sie wieder auf das äussere (proximale) Drittel der Schicht beschränkt und stellen sich als eine Art Einwanderung der inneren Körnerzellen, denen sie in diesen Fällen auch in ihren Dimensionen vollkommen gleichstehen, in die Granulosa interna dar.

Die Schicht der Opticusganglienzellen ist im Augenhintergrunde ca. 0,0130 mm mächtig. Ihre Elemente haben nicht alle die gleiche Grösse, man muss in derselben Retina vielmehr in dieser Hinsicht eine ganze Reihe von Abstufungen unterscheiden. Die kleinsten davon besitzen einen Durchmesser von 0,0097, ihr Kern von 0,0064 mm. Die Mehrzahl mag etwa 0,0102 mm Zelldurchmesser, bei 0,0074 mm Kerndurchmesser aufweisen. Einzelne Exemplare erreichen jedoch einen Durchmesser von 0,0112 mm für die Zelle, 0,0086 mm für den Kern. Sie senden sämmtlich eine Menge proximalwärts gerichteter Ausläufer in die Granulosa interna hinein, von denen sich viele bis etwa an die Proximalgrenze des distalen Drittels dieser Schicht verfolgen lassen. Ausserdem hat jede Opticusganglienzelle einen proximalen Hauptfortsatz, durch welchen sie den Zusammenhang mit einer inneren Ganglienzelle herstellt. Diese Verbindung liess sich, der Natur der Sache nach, in meinen Schnittpraeparaten nur selten, dann aber stets mit grosser Deutlichkeit in ihrer ganzen Ausdehnung constatieren. Niemals aber, weder in der Netzhaut des vorliegenden Exemplars, noch bei anderen, war es mir möglich, eine Theilung dieses Hauptfortsatzes in 2, oder mehr Aeste, und damit eine Verbindung einer Opticusganglienzelle mit mehreren inneren Ganglienzellen zu constatieren.

Distalwärts lässt jede Opticusganglienzelle nur einen einzigen, starken Fortsatz, die Opticusfaser, abgehen.

Die Opticusfaserschicht ist von der Bindegewebsfaserschicht, und meist auch der *Tunica vasculosa Retinae,* nicht zu trennen. Im Augenhintergrunde messen diese drei Netzhautschichten zusammen etwa 0,0039 mm. Die Opticusfasern nehmen dabei, in ihrem Verlaufe, parallel zur inneren Netzhautfläche nach ihrem Sammelplatz zum Sehnerven hin, etwa die äussere Hälfte, oft aber auch die beiden proximalen Drittel der Sammelschicht in Anspruch, und nur das innerste Drittel kann als für die Gefässschicht der Retina reserviert angesehen werden. Die Opticusfasern sind bald zu einer festen Schicht zusammengedrängt, bald aber wieder ganz locker angeordnet und verlaufen dann zu vielen kleinen Bündelchen vereinigt, gelegentlich aber auch einmal vollkommen isoliert.

Ueber die Membrana limitans interna, die ja schon auf verhältnissmässig früher Embryonalstufe vollständig fertig war, ist nichts hinzuzufügen.

Die Stützfasern, oder Müller'schen Fasern, ziehen jetzt im Allgemeinen in gerader Richtung quer durch die Netzhaut. An die limitans interna setzen sie sich mit der bekannten kegelförmigen Erweiterung, den sogen. dreieckigen Füsschen, an. Diese zeigen im Innern meist keine besondere Differenzierung; zuweilen sind ihre peripherischen Parthieen von dichterem Protoplasma erfüllt, und erscheinen etwas getrübt, während ihre centralen Theile ganz hell bleiben. Kernartige Zusammenballungen des sie erfüllenden Protoplasma's kommen in ihnen niemals vor. Die Stützfasern durchsetzen alle inneren Retinaschichten, bis zur inneren Körnerschicht einschliesslich, ohne jede Abgabe von Seitenästen. Solche finden sich allein im Gebiete der Granulosa externa, zu deren Aufbau ihre sehr weitgehende Verzweigung einen grossen Theil beiträgt. Die äusseren Netzhautschichten werden von den Müllerschen Fasern wieder ohne Astbildung durchlaufen. Die Stützfasern dringen schliesslich zwischen den Sehzellen durch die Membrana limitans externa durch und treten, unter Benützung der Zwischenräume zwischen den Zellen des Pigmentepithels auch diese Schicht durchsetzend, an die, meist besonders differenzirten innersten Lagen der Chorioidea heran, mit denen sie sich vereinigen. Es lässt sich dies freilich, wegen der in diesen Theilen des Auges fast immer sehr starken Pigmentanhäufung, nur in seltenen Fällen deutlich nachweisen. (Näheres hierüber in dem die Chorioidea behandelnden Abschnitte.)

Die Stützzellen, welche theils in Gesellschaft der Fasern, diesen angelagert, theils selbstständig vorkommen, haben in der Retina des erwachsenen Maulwurfs durchschnittlich 0,0098 mm Länge und 0,0029 mm Breite; ihre Kerne messen 0,0066 : 0,0022 mm. In einzelnen Fällen wollte es mir scheinen, als ob sie im Gebiete der Granulosa interna etwas kleiner, in der äusseren und der inneren Körnerschicht dagegen noch etwas grösser aufträten; dieser Unterschied ist indessen, wenn überhaupt vorhanden, immer nur geringfügig und keinesfalls von tieferer Bedeutung. Die Stützzellen sind in der Granulosa interna immer sehr selten; nur wenig zahlreicher finden sie sich in der inneren Körnerschicht. Das Verhalten der äusseren Körnerschicht ist auch in diesem Punkte sehr schwankend. Neben Netzhäuten, wo die Stützzellen in der genannten Schicht sehr häufig sind und selbst gelegentlich zwischen den Kornzellen sich finden, kommen wieder, freilich nur selten, solche vor, deren äussere Körnerschicht keine Spur von Stützzellen aufweist. Die Mehrzahl bilden aber entschieden die Fälle, in welchen die centralen Parthieen der äusseren Körnerschicht Stützzellen in geringer Menge führen, während das Gebiet der Zwischenganglienzellen, sowie der Sehzellen derselben entbehrt. Sämmtlichen übrigen Netzhautschichten fehlen die Stützzellen vollständig.

Ueber die Flächenausbreitung der einzelnen Schichten der Retina ist Folgendes zu bemerken. Die äussere Körnerschicht setzt sich in die Uebergangszone fort, deren äusseren Theil sie bildet. Ihre Zwischenganglienzellen und eingeschobenen Ganglienzellen gehen vom Augenhintergrund aus bis an die proximale Grenze jener Zone, liegen jedoch in den dem Augenhintergrunde genäherten Theilen stets dichter, als in den mehr dem distalen Augenpol nahe kommenden. Die Sehzellen finden sich noch in einem Theile der äusseren Parthieen der Uebergangszone. Es ist auch beim erwachsenen Thiere, wie bei den embryonalen Stadien, das Gesetz zu erkennen, dass, je weiter vom Augenhintergrunde entfernt, desto häufiger die niedriger entwickelten Formen der Sehzellen sich zeigen, während die höher und höchst ausgebildeten, hier also die deutlich differenzirten Stäbchen und Zapfen, mehr und mehr zurücktreten. Gänzlich verschwinden dieselben aber jetzt in keinem Theile der Retina, man kann vielmehr auch in den der Iris am nächsten gelegenen Abschnitten stets noch wohl ausgeprägte Sehelemente beider Gattungen, nur aber eben in viel geringerer Anzahl, constatiren. Eine Ausnahme macht die oben als Fall C beschriebene Retina, welche ja auch schon im Augenhintergrunde nur verhältnissmässig wenige deutlich zu unterscheidende Stäbchen und Zapfen besass. Diese gehen hier distalwärts nicht über das Niveau des Augenaequators hinaus; in den dem vorderen Augenpole mehr genäherten Netzhautparthieen setzt sich die Sehzellschicht lediglich aus jenen „unbestimmten“ Elementen, Vorstufen zu Stäbchen, oder Zapfen, zusammen.

In der Zwischenganglienschicht derselben Retina finden sich die grossen Elemente distalwärts ebenfalls nur bis zum Aequator des Bulbus hin; weiter nach vorne besteht die Schicht lediglich aus der kleineren Art von Zwischenganglienzellen.

Die Granulosa externa reicht in allen Fällen bis zur proximalen Grenze der Uebergangszone, aber niemals weiter.

Die innere Körnerschicht geht in die Uebergangszone über und bildet deren inneren Theil, lässt sich also vom Augenhintergrunde aus bis zur proximalen Irisgrenze verfolgen, an der sie plötzlich aufhört. Ihre Ganglienzellen, und zwar innere, wie äussere, gehen aber nicht weiter, als bis zur proximalen Grenze der Uebergangszone; die Reserveganglienzellen dringen noch ein kleines Stück weit in letztere ein. Je näher der Iris, desto häufiger werden die inneren Körner, zum Theil auf Kosten der Ganglienzellen, die immer grössere Abstände zwischen sich lassen.

Die Granulosa interna, die Opticusganglienschicht und damit auch die Opticusfaserschicht erstrecken sich vom Augenhintergrunde aus nur bis an die proximale Grenze der Uebergangszone. In dem der letzteren näher liegenden Abschnitte der Granulosa interna ist die für den Augenhintergrund, wie gezeigt worden ist, durchgeführte Anordnung der Reserveopticusganglienzellen in einzelne von einander getrennte Lagen niemals mehr vorhanden. Die Zellen liegen vielmehr, stets ganz ohne jede Gesetzmässigkeit, enge zusammen und sind vielfach gegen die Opticusganglienzellen, ja zwischen diese hinein gedrängt.

Ein Bild der Grössenverhältnisse der einzelnen Retinaschichten und zwar gemessen an den auch im Vorhergehenden als Typen angenommenen 3 Fällen, soll nachstehende Tabelle geben. Ich bemerke hiezu noch, dass ich unter der Bezeichnung: „Die inneren Retinaschichten“ Granulosa interna, Opticusganglienschicht, Opticusfaserschicht und Tunica vasculosa Retinae verstehe, die sich ja in vielen Fällen nicht scharf trennen lassen.

Fall		A	B	C
Bulbustiefe		0,8620	0,9487	1,0350
Aeussere Körnerschicht	im Augenhintergrund .	0,0377	0,0377	0,0260
	an Irisgrenze	0,0208	0,0169	0,0299
Granulosa externa	im Augenhintergrund .	0,0104	0,0104	0,0130
	an Irisgrenze	0,0065	0,0078	0,0156
Innere Körnerschicht	im Augenhintergrund .	0,0260	0,0507	0,0338
	an Irisgrenze	0,0260	0,0390	0,0390
Die inneren Retinaschichten	im Augenhintergrund .	0,0364	0,0838	0,0585
	an Irisgrenze	0,0273	0,0507	0,0344
Gesammtretina	im Augenhintergrund .	0,1105	0,1826	0,1313
	an Irisgrenze	0,0806	0,1144	0,1189

Ich werde auf diese Zahlen und auf die daraus resultirenden Verhältnisse im Schlusstheile dieser Arbeit, der hauptsächlich eine genaue Vergleichung der von mir untersuchten „rudimentären" Augen mit normalen Sehorganen bringen wird, des Näheren eingehen. An dieser Stelle möchte ich nur die Behauptung von Hess zurückweisen, nach welcher sich das Verhältniss von Retinadicke im Augenhintergrunde zu Augenachsenlänge auf 1 : 6 stellen soll. Ein solches Verhältniss kann sich ja ergeben, wenn es mir auch scheinen will, als müsste dasselbe dann doch eine sehr grosse Ausnahme bilden, da Hess für dasselbe eine Retinastärke von 0,18 mm zu Grunde legt, die er — ein Fehler, der sich in seiner hier in Betracht kommenden Arbeit ja immer wieder findet — ohne Weiteres als für das Maulwurfsauge im Allgemeinen zutreffend annehmen zu dürfen glaubt. Eine solche Mächtigkeit erreicht die Maulwurfsnetzhaut nun aber nur in seltenen Fällen, gewöhnlich bleibt sie weit dahinter zurück. Die Dicke der Retina im Augenhintergrunde verhält sich thatsächlich zur Augenachsenlänge in der grossen Mehrzahl der Fälle wie 1 : 7,8; viel seltener wird die Netzhaut verhältnissmässig stärker. So kann sich das angegebene Verhältniss gelegentlich sogar auf 1 : 5 stellen.

Zusammenfassung.

Schon bei dem frühesten mir zur Verfügung gewesenen Entwicklungsstadium der Maulwurfsnetzhaut setzte sich dieselbe, wie man gesehen hat, aus zweierlei Elementen, nervösen und bindegewebigen, zusammen.

A) Die nervösen Elemente.

Als ein diesen Theilen gemeinsames Moment mag an erster Stelle die Thatsache verzeichnet sein, das alle Entwicklung der Netzhaut vom Augenhintergrunde ausgeht. Jede Bildung von Schichten, jedes Auftreten neuer oder complicierterer Formen von Zellen etc. beginnt immer in der Gegend des proximalen Augenpols und dringt von hier aus in die dem distalen Augenpole näher liegenden Netzparthieen vor.

Die nervösen Elemente bestehen zunächst ausschliesslich aus ganz gleich entwickelten, rundlich-ovalen Zellen mit grossen Kernen. Sie zeigen Anfangs noch keine bestimmte Anordnung, höchstens kann man sagen, dass sie in den äusseren Theilen der Retina etwas zahlreicher sind und dichter liegen, als in den inneren. Aus diesen Zellen entwickeln sich nun der Reihe nach alle nervösen Schichten, und zwar, wie bemerkt, vom Augenhintergrunde aus. Man kann infolgedessen häufig bei einer Netzhaut die Entwicklungsstufe, auf der früher der Augenhintergrund stand, in den vorderen Parthieen wiederfinden, während die Schichten des Augenhintergrundes schon weiter fortgeschritten sind.

Der erste Schritt zur Schichtenbildung wird dadurch gemacht, dass die nervösen Zellen in der äusseren, proximalen Hälfte der Retina sich zusammendrängen, während sie in der inneren seltener werden. Sie fehlen in der letzteren zwar zunächst auch noch nicht vollständig, treten jedoch hinter den bindegewebigen Elementen immer mehr zurück, und bald beginnt sich in ihnen ein Auflösungsprozess geltend zu machen: ihre Zellmembran zerreisst und wird resorbiert, das Zellprotoplasma tritt aus und trägt, zusammen mit den Bestandtheilen des ebenfalls zerfallenden Kernes, die Hauptsache bei zur Vermehrung der Grundsubstanz der Netzhaut, also zur Neubildung jenes protoplasmatischen Gerinnsels, in das alle zelligen und faserigen Elemente eingebettet sind. Eine solche Neubildung von freiem Protoplasma, und zwar ganz auf dieselbe Art, tritt auch in der äusseren Hälfte der Retina, also im Gebiete der nervösen Körnerzellen, wenn auch in geringerem Maſse, ein und setzt sich im Laufe der ganzen Weiterentwicklung des Organes fort.

Es hat sich also zunächst die Trennung der Retina in zwei leicht zu unterscheidende Schichten: eine innere, vorwiegend mesodermale: Bindegewebsfaserschicht und eine äussere, in der grossen Hauptsache nervöse: Körnerschicht vollzogen. In der letzteren ordnen sich die Zellen des äusseren Randes zu einer regelmässigen, enge gedrängten einfachen Lage an. In einzelnen Fällen beginnt der proximale Pol dieser Zellen etwas in die Länge zu wachsen; ebenso verlängert sich das distale Ende derselben zu einer scharfen Spitze. Die Körnerzellen der distal von dieser, bereits besonders angeordneten Zellschicht liegenden Theile der äusseren Netzhautparthie haben sich inzwischen stark vermehrt und sind zum Theil wieder in die Bindegewebsfaserschicht eingedrungen. Einzelne von ihnen sind etwas grösser geworden und haben Kugelgestalt angenommen. Diese letzteren beginnen dann unter fortgesetzter Grössenzunahme, nach allen Seiten kurze Fortsätze abgehen zu lassen, sich zu Ganglienzellen zu entwickeln. In der Mehrzahl nehmen sie den inneren Rand der Körnerschicht ein, ohne indessen dort zunächst eine deutlich ausgesprochene, geschlossene Lage zu bilden.

Auch in die Bindegewebsfaserschicht der Retina dringen, wie bereits bemerkt, Körnerzellen ein und entwickeln sich dort zu Ganglienzellen. Diese nähern sich dem inneren Rande der Retina immer mehr und verlieren dabei allmählich wieder die Lateralfortsätze, während ihre proximalwärts gerichteten in Zahl und Ausdehnung vorläufig unverändert erhalten bleiben.

Die Distalfortsätze der Ganglienzellen des inneren Netzhautrandes verschwinden ebenfalls bis auf einen einzigen, der an Stärke und besonders Länge immer mehr zunimmt, unter rechtem Winkel umbiegend längs der Innenfläche der Retina hinzieht und schliesslich in den Augenblasenstiel eintritt, also zur Opticusfaser wird und der Ganglienzelle, von welcher er ausgeht, damit den Charakter einer Opticusganglienzelle verleiht. Diese sind anfangs noch ziemlich spärlich, vermehren sich aber rasch durch Einschub von Reserveelementen, die sich aus den Körnerzellen entwickelt haben, in ihre Reihen. Die Reserveelemente zeigen die Anlage der Opticusfaser schon ehe sie in die unmittelbare Nähe des inneren Netzhautrandes getreten sind; sogar eine vollständig entwickelte Nervenfaser kommt nicht selten bei Ganglienzellen vor, die noch proximal von den inneren Opticusganglienzellen liegen: diese Schicht ist daher oft, vorübergehend, eine doppelte. Die Opticusfaser legt sich also an, ehe ein Zusammenhang der Opticusganglienzelle mit tiefer in der Retina liegenden Ganglienzellen zustande gekommen ist.

Den nächsten Fortschritt stellt die Herstellung einer Verbindung zwischen den Opticusganglienzellen und den Ganglienzellen des inneren Randes der Körnerschicht dar. Zu diesem Zwecke entwickeln die letzteren einen ihrer Distalfortsätze, unter gleichzeitiger Verkümmerung der übrigen, besonders stark und lang. Die Opticusganglienzellen schicken ihrerseits einen hervorragend entwickelten Ausläufer proximalwärts. Treffen sich nun diese beiderseitigen Ausläufer auf ihrem Wege, so legen sie sich aneinander und verschmelzen bald zu einem gemeinsamen Nervenfaden, der sich nunmehr zwischen einer Opticusganglienzelle und einer von jenen Ganglienzellen am inneren Rande der Körnerschicht ausspannt. Durch die so hergestellte Verbindung erlangen die letzteren den Charakter von inneren Ganglienzellen.

Ob die beiden gegeneinander ausgesandten Fortsätze sich treffen werden, ist also eine Sache des Zufalls. In den meisten Fällen werden sie sich wohl nicht nahe genug kommen, um eine Verschmelzung eingehen zu können. Der von der Opticusganglienzelle ausgeschickte Ausläufer verkümmert dann; es wird aus der Zahl der kleineren Proximalfortsätze derselben Zelle wieder einer besonders hervorragend entwickelt und gegen die innere Ganglienschicht hingetrieben, um die Vereinigung zu bewerkstelligen. Wie oft im Falle des Misslingens derselbe Prozess sich wiederholt, lässt sich nicht feststellen, doch dürfte der Umstand, dass die Opticusganglienzelle ja nur über eine bestimmte Menge Material verfügt, und die Ernährung der Zelle wohl kaum Ersatz für derartige grosse Ausgaben zu verschaffen im Stande sein dürfte, den Versuchen bald eine Grenze stecken. Ist es einer Opticusganglienzelle also nicht gelungen, sich mit einer inneren Ganglienzelle in Verbindung zu setzen, so hat sie ihre erste Bestimmung verfehlt und fällt der Auflösung anheim. Infolgedessen wird einerseits der Platz, den sie eingenommen hatte, für eine aus der Zahl der Reserveelemente hereinrückende, neue Opticusganglienzelle frei, andrerseits vermehrt sie durch ihr Material die Grundsubstanz der Retina. Die Opticusganglienzellen werden dadurch etwas auseinandergerückt, und es entsteht so allmählich wieder Raum für den Nachschub neuer Elemente in ihre Reihen.

Die Chancen der beiderseitigen feinen Ausläufer, sich zu treffen, sind ja nun sehr gering, und es wird häufig genug vorkommen, dass Opticusganglienzellen infolgedessen in Zerfall gerathen müssen, ja, dieser Fall wird sogar die Regel, das Zustandekommen der Verbindung dagegen die Ausnahme bilden. Bedenkt man aber die im Verhältniss zur Zahl der Opticusganglienzellen immer bedeutende, oft geradezu gewaltige Anzahl der Reserveganglienzellen, so kommt man leicht zu der Erkenntniss, dass bei den immer von Neuem, immer wieder durch frische Elemente unternommenen Versuchen, jenen Zusammenhang zu Stande zu bringen, doch von Zeit zu Zeit einer mit Erfolg gekrönt sein muss.

Die inneren Ganglienzellen scheinen sich an diesem Bestreben in weit geringerem Maſse activ zu betheiligen. Sie schicken ihren Distalfortsatz eine Strecke weit gegen die Opticusganglienzellen hin und warten nun, ob ein Proximalfortsatz von jener Seite her sich damit in Verbindung setzen wird. Geschieht dies innerhalb eines gewissen Zeitraumes nicht, so verfallen sie, ganz ebenso und mit derselben Wirkung, der Auflösung und ihre Stelle wird aus der Zahl ihrer Reserveelemente neu besetzt. Wie gross jener Zeitraum, von der Ausbildung des Distalausläufers, bis zum Beginn des Zerfalls, sein mag, lässt sich auch nicht annähernd feststellen. Es scheint aber, dass die inneren Ganglienzellen, schon weil sie weniger Ausgaben haben, sich länger zu halten vermöchten, als die Opticusganglienzellen. Dafür spricht auch die Thatsache, dass ihnen stets viel weniger Reserveganglienzellen zur Verfügung stehen, als diesen.

Es macht sich also in Bezug auf diese beiden Arten von Ganglienzellen und ihre gegenseitige Verbindung ein Kampf ums Dasein geltend. Nur Elemente, welche unter günstigen Bedingungen — als solche käme hier in erster Linie die Lage in Betracht — existieren, können den erstrebten Zusammenhang herstellen und damit eine Stelle in der nervösen Leitung erlangen, also ihre Bestimmung erfüllen; alle ungünstiger situierten verfehlen ihren Zweck und gehen daher als selbstständige Elemente zu Grunde, wobei sie allerdings für das Organ dann wieder in anderer Weise nützliche Verwerthung finden.

Wie weiter unten gezeigt werden wird, treten in der Entwicklung von Zeit zu Zeit Perioden verhältnissmässiger Ruhe ein. Dieselben sind zwar keineswegs für alle Netzhauttheile gleichzeitige, doch kann es nicht ausbleiben, dass sich Rückwirkungen einer vorübergehenden Stockung in der Ausbildung eines Theiles auf viele, oder alle übrigen geltend machen. Erleidet z. B. die Neubildung von Körnerzellen eine vorübergehende Unterbrechung, so wird bald auch eine Pause in der Ausbildung von Reserveganglienzellen, sei es für die innere Ganglienschicht, oder für die Opticusganglienschicht, sich bemerklich machen. Infolgedessen werden die Lücken in letzterer nicht so rasch, wie sonst, wieder ausgefüllt werden können. Es gelangen weniger Fortsätze von Opticusganglienzellen zur Verbindung mit inneren Ganglienzellen und infolgedessen gehen wieder von diesen mehr Exemplare zu Grunde, als sonst. Inzwischen hat nun allerdings die Neubildung von Körnerzellen wieder in erhöhtem Masse eingesetzt, aber der Vorrath genügt dem entstandenen Bedürfniss vorläufig noch nicht, und innere Körnerzellen beginnen sich deshalb sofort zu Ganglienzellen zu entwickeln, ohne vorher, wie dies sonst gewöhnlich der Fall, kugelige Gestalt angenommen zu haben. Es kommt eben darauf an, die vorhandenen Lücken möglichst rasch wieder auszufüllen, und in Ermangelung ganz fertigen, wird dazu halbfertiges Material herbeigezogen. Erst an der Stelle ihrer Wirksamkeit, nachdem sie meist schon in Funktion getreten, erhalten diese Zellen dann ihre gewöhnliche Kugelgestalt. Es erklärt sich so das auf einzelnen Entwicklungsstufen in Erscheinung tretende Vorkommen von rundlich-ovalen Opticusganglienzellen, inneren Reserveganglienzellen und inneren Ganglienzellen.

Die im Obigen geschilderten Vorgänge sind indessen keineswegs auf die frühen Entwicklungsstadien der Retina beschränkt. Es bilden sich vielmehr immer wieder Körnerzellen zu Nervenganglienzellen aus, entweder innerhalb der Körnerschicht, oder erst, nachdem sie aus derselben heraus in das Gebiet der Bindegewebsfaserschicht, resp., auf höheren Entwicklungsstufen, der Granulosa interna getreten sind. Die Reservezellen reihen sich in die Lagen der entwickelten Ganglienzellen ein und suchen dann, selbst zu solchen geworden, durch distale, resp. proximale Fortsätze die erwähnte Verbindung herzustellen, was ihnen, wie gezeigt wurde, gelingt — oder auch nicht.

In der Zeit, wo sich der Zusammenhang zwischen den beiden Ganglienzellenlagen zum erstenmale herstellt, entwickelt sich auch der proximale Theil der Körnerschicht weiter. Seine äusserste Zellenlage differenziert sich immer deutlicher zur Sehzellschicht, indem die proximalen Zellpole weiter auswachsen und allmählich kuppelförmige, dann Kegelgestalt gewinnen. Das ausgewachsene Ende zeigt stets dichteres und dunkleres Protoplasma und setzt sich gegen die helle Zelle selbst oft sehr deutlich ab. Der zur Spitze ausgezogene, distale Zellpol beginnt einen kurzen Faden zu entwickeln, der sich ein kleines Stück weit in die Tiefe der Körnerschicht hinein erstreckt.

In der bisher geschilderten Entwicklung ist es also nunmehr zur Differenzierung einer Körnerschicht und einer Faserschicht gekommen. In ersterer hat sich eine Sehzellschicht und innere Ganglienschicht, in letzterer die Opticusganglienschicht und Opticusfaserschicht gebildet. Die Körnerzellen erfahren nun eine gewaltige Vermehrung und infolgedessen nimmt die Mächtigkeit der Körnerschicht sehr bedeutend zu. Die Umbildung von Körnerzellen in Ganglienzellen nimmt ebenfalls grössere Dimensionen an, ist jedoch stets auf die innere Hälfte der Schicht beschränkt. Die neugebildeten Ganglienzellen nähern sich aber nicht mehr sämmtlich, wie früher, der inneren Ganglienschicht, mit der offenbaren Tendenz sich in diese einzureichen, sondern ein grosser Theil von ihnen verharrt jetzt etwa in der Mitte der Körnerschicht. Die am weitesten entwickelten Ganglienzellen dieser Gegend ordnen sich zu einer ziemlich regelmässig verlaufenden, einfachen Lage an, den äusseren Ganglienzellen, wodurch die Körnerschicht in zwei, zunächst ungefähr gleiche Hälften, eine innere und eine äussere Körnerschicht, zerlegt wird. Die äusseren Ganglienzellen, die zunächst nach allen Seiten Fortsätze aussenden, verlieren die lateralen sehr bald, bis auf einige Spuren, die schliesslich ganz in Wegfall kommen; auch die proximalen Ausläufer treten stark zurück, wenigstens was ihre Zahl betrifft, und nur die distal gerichteten entwickeln sich in Anzahl, Stärke und besonders Länge ungestört weiter.

In der äusseren Körnerschicht scheint betreffs der Weiterentwicklung der Sehzellen zunächst eine gewisse Ruhepause einzutreten. Sie vermehren sich aber durch Auswachsung weiterer Körnerzellen, die in ihre Schicht eindringen, sehr bedeutend und die Differenzierung, welche die Elemente im Augenhintergrunde bereits erreicht haben, tritt mehr und mehr auch bei den dem distalen Augenpol näher liegenden auf.

In der Nähe der inneren Grenze der äusseren Körnerschicht beginnt bald abermals eine Umwandlung von Körnerzellen zu Ganglienzellen, die, wie Anfangs ja immer, nach allen Seiten kleine Ausläufer absenden, ohne vorläufig einen davon in hervorragender Weise auszubilden. Es sind dies die ersten Anlagen der Zwischenganglienzellen. Was diese Bezeichnung betrifft, so scheint dieselbe, wenigstens für Säugethiere, nicht glücklich gewählt zu sein. Man könnte an ihrer Stelle vielleicht besser sagen: „innere Ganglienzellen der äusseren Körnerschicht," was freilich wieder etwas schwerfällig klingen würde. Ich habe nun aber den Namen „Zwischenganglienzellen" im ersten Theile dieser Arbeit für die betr. Elemente in der Netzhaut niedriger stehender Wirbelthiere, wo er mir entschieden das Wesen der Sache zu treffen schien, ausnahmslos angewendet und möchte deshalb, mit Rücksicht auf die Einheitlichkeit der Bezeichnung, auch jetzt daran festhalten.

Schon während der zuletzt geschilderten Vorgänge hat von der Gegend des intraretinalen Opticus her die Bildung einer weiteren Retinaschicht begonnen. Es entstand nämlich, distal von der inneren Ganglienschicht, zwischen ihr und der in der Hauptsache von den Opticusganglienzellen und ihren Reservezellen erfüllten Bindegewebsfaserschicht eine Art Spaltraum rings um den Sehnerven, der nur von protoplasmatischem Gerinnsel gebildet war und sich, sehr rasch an Mächtigkeit zunehmend, nach dem vorderen Augenpol hin über die ganze Retina horizontal ausbreitete. Es ist dies die Granulosa interna, die, wie gesagt, zunächst sich nur im Umkreise des Sehnerven (während seines Verlaufes durch die Netzhaut) findet. Ihre Bildung fällt zeitlich zusammen mit einer jener Ruhepausen in der Entwicklung, resp. Ergänzung, der Opticusganglienzellen; die Granulosa interna ist daher bei den Stadien, in denen sie zuerst auftritt, stets ganz frei von inneren Körnerzellen, Reserveganglienzellen, überhaupt von allen nervösen Zellen. Erst nachdem sie sich in der Retina bis zur Grenze der Iris hin ausgebreitet hat, was allerdings, wie bemerkt, sehr rasch geschieht, treten wieder Zellen aus der inneren Körnerschicht distalwärts heraus, um sich weiter zu entwickeln, und von da ab führt dann die Granulosa interna stets Reserveopticusganglienzellen, die sich auf dem Wege nach der Opticusganglienschicht befinden.

Die Bindegewebsfaserschicht wird immer mehr verdrängt und findet sich bald auf einen schmalen Raum distal von der Opticusganglienschicht beschränkt.

Die Sehzellen, welche bisher, wenigstens hinsichtlich der Weiterdifferenzirung der höher entwickelten Exemplare, einen gewissen Stillstand gezeigt hatten, beginnen nunmehr auch ihrerseits in der Ausbildung fortzuschreiten. Die proximale Verlängerung der Zelle wächst proximalwärts weiter; ihre ursprünglich flache Kuppelform wird zur hohen Kuppel, diese erhält eine Spitze, oder aber der ausgewachsene Theil nimmt direkt Kegelgestalt an. Dann schnürt die Auswachsung, in beiden Fällen, sich allmählich etwas gegen ihre Zelle ab und wächst dabei weiter in die Länge. Die Kornzelle selbst tritt in den meisten Fällen immer mehr in die Tiefe der äusseren Körnerschicht. Der eingeschnürte Theil verlängert und verdünnt sich und wird zum Stiel. Der proximal von letzterem gelegene Abschnitt der Sehzelle wächst vorläufig nicht mehr, weder in die Länge, noch in die Breite, er wird im Gegentheil oft erheblich kleiner: man gewinnt den Eindruck, als ob alles Material, das bisher zur Vergrösserung aufgebraucht wurde, jetzt zum inneren Ausbau des Sehelementes verwendet würde. Dasselbe nimmt nunmehr die Gestalt zweier, etwa gleich hoher, mit den Grundflächen aneinandergelegter Kegel an, von denen die Spitze des einen in den Stiel übergeht, während die des anderen den proximalen Endtheil der ganzen Anlage darstellt. Im Innern erfährt das Protoplasma eine besondere Anordnung, doch ist dieselbe so mannigfaltig, dass sich eine Gesetzmässigkeit kaum erkennen lässt. Immerhin mag man aber festhalten, dass zunächst die distale Hälfte, also der innere Kegel, meist von dichterem, dunklerem Protoplasma erfüllt ist, während die Basistheile des äusseren viel heller erscheinen. Die Spitze ist fast ausnahmslos wieder trüber.

Bis auf diese Stufe war es nicht möglich, die Anlage von Stäbchen und von Zapfen zu unterscheiden. Erst von jetzt ab schlägt die Weiterentwicklung zwei verschiedene Wege ein. Bei einem Theile der Sehzellen, dessen Kornzellen mehr in der Nähe des äusseren Netzhautrandes verblieben sind, beginnen die Basaltheile der beiden das Sehelement darstellenden Kegel etwas in die Länge zu wachsen. Es entsteht so ein tonnenförmiger Körper, von dessen Länge etwa die distalen 3 Viertheile durch ziemlich dunkles Protoplasma gleichmässig erfüllt sind, während die, ebenfalls wieder kegelförmige, proximale Spitze, immer mit Ausnahme ihres äussersten Endes, sehr hell und dadurch gegen die distalen Theile mehr oder weniger scharf abgehoben erscheint. Diese Grenze prägt sich immer deutlicher aus und schliesslich bildet sich hier eine beide Theile trennende Grenzmembran, ein Zustand, den aber die Sehelemente auch in der Netzhaut des erwachsenen Thieres nur selten erreichen. Man hat es hier mit Zapfen zu thun, an denen sich auf ihren höheren Entwicklungsstufen die 4 Theile: Kornzelle, Stiel, Mittelglied, oder Körper, und Endglied deutlich unterscheiden lassen. Das letztere wächst nach Durchführung dieser Eintheilung noch ein wenig in die Länge, endigt aber stets in einer scharfen, fast immer etwas getrübten Spitze.

Ein andrer Theil der Sehzellen, dessen Kornzellen entweder mehr in der Tiefe der Retina, oder aber ebenfalls nahe dem Netzhautrande liegen, entwickelt sich folgendermassen weiter: Der Stiel wächst, unter gleichzeitiger Verdünnung, bedeutend in die Länge: die beiden Kegel verlängern sich ebenfalls beträchtlich; zugleich nehmen sie an Dicke ab, und zwar der proximale Kegel mehr, als der distale. Letzterer wird, mit Ausnahme seines an den Stiel grenzenden Endes, sehr hell, den proximalen erfüllt das dunklere Protoplasma, das ursprünglich ja nur seiner äussersten Spitze angehörte, nunmehr in seiner ganzen Ausdehnung gleichmässig. Es handelt sich dabei, wie jetzt deutlich erkennbar wird, um die Anlage eines Stäbchens, an welchem ebenfalls die 4 Abschnitte: Kornzelle, Stiel, Mittelglied, Endglied zu unterscheiden sind. Bei immer fortschreitendem Längenwachsthum der beiden äusseren Theile, verdunkelt sich dann wieder das ganze Mittelglied gleichmässig, während das Endglied, wenigstens in seinen distalen Parthieen, wieder heller wird, so dass schliesslich zwischen den beiden proximalen Abschnitten des Sehelements eine scharfe Grenze auftritt. Zur Ausbildung einer trennenden Membran an dieser Stelle kommt es aber nur in ganz seltenen Fällen.

Neben den jeweiligen höchstentwickelten Formen finden sich aber auf allen Ausbildungsstufen der Retina noch Sehzellen, die in der Entwicklung weiter zurückstehen. Es werden nemlich, bis in die fortgeschritteneren Stadien hinein, immer wieder neue äussere Körnerzellen in die Sehzellschicht aufgenommen. Diese machen dieselbe Entwicklung durch, differenzieren sich zu niederen, dann hohen Kuppelzellen, weiterhin zugespitzten Kuppeln, oder Kegeln, treten alsdann, je nachdem sie zu Stäbchen oder Zapfen bestimmt sind, mehr in die Tiefe der Netzhaut, oder bleiben in Nähe von deren äusserem Rande. Die Heranziehung von Körnerzellen zur Vergrösserung der Sehzellschicht hört im Augenhintergrund erst auf einer Stufe auf, auf welcher die ältesten Sehzellen bereits deutlich als Stäbchen, resp. Zapfen, zu erkennen sind. Da die Differenzierung der letztaufgenommenen Körnerzellen aber kein beschleunigtes Tempo anschlägt, so ergibt es sich von selbst, dass sich sogar noch in der Retina des erwachsenen Maulwurfs, neben den, nun naturgemäss zahlreichen, höchstentwickelten Formen, eine ganze Anzahl Sehzellen zeigen muss, die von der Vollendung, soweit beim Maulwurf eben von einer solchen gesprochen werden darf, noch weit entfernt bleiben, während sie andrerseits über die Stufe der einfachen Körnerzelle ebenfalls ein gutes Stück hinausgegangen sind.

Ich habe vorhin von dem „Tempo“ gesprochen, in welchem die Ausbildung der Sehzellen vor sich geht. Es scheint mir dieses auch innerhalb derselben Sehzellschicht insofern kein gleichmässiges zu sein, als darin von Zeit zu Zeit Stockungen einzutreten pflegen, ganz ähnlich wie dies für die Ergänzung der Opticusganglienzellen gezeigt wurde. Es ordnet sich zunächst eine Lage von Körnerzellen zu einer Sehzellschicht an, und ihre Elemente entwickeln sich bis zu einem gewissen Grade ziemlich gleichmässig weiter. Dann tritt für die Weiterdifferenzierung eine Pause ein. Während derselben wird die Grundsubstanz der Netzhaut vermehrt, die Sehzellen rücken infolgedessen auseinander, und in die Lücken schieben sich wieder Körnerzellen ein, die dabei dem Netzhautrande näher zu liegen kommen, als die im Verlaufe ihrer ersten Differenzierungsperiode ohnehin etwas in die Tiefe der Schicht gerückten ersten Sehzellen. Dann beginnt eine zweite Periode der Weiterentwicklung, und zwar für sämmtliche Sehzellen gleichmässig, so dass also die Elemente der ersten Serie, soweit sie nicht zugrunde gegangen sind, immer einen Vorsprung vor denen der zweiten behalten. Es folgt eine zweite Entwicklungspause, und dieser Vorgang wiederholt sich von Zeit zu Zeit immer wieder.

Auch in der Sehzellschicht schreitet die Entwicklung vom Augenhintergrunde nach dem distalen Augenpole hin fort. Die geschilderten Verhältnisse werden also im Augenhintergrunde zu einer Zeit ihren ersten Anfang nehmen, zu welcher in den weiter gegen den Augenbecherrand hin gelegenen Parthien noch keine Spur davon vorhanden ist. Zu einer Zeit, wo im Augenhintergrunde bereits die ersten Anfänge einer proximalen Auswachsung der Sehzellen vorhanden sind, werden sich in den hievon entfernteren Netzhauttheilen erst die Körnerzellen zu einer geschlossenen äusseren Lage anzuordnen beginnen, u. s. f. Es werden die Theile des Augenhintergrundes also stets vor denen, die dem distalen Augenpole näher liegen, einige Schritte voraus sein. Da nun das Tempo der Sehzellenentwicklung, und auch die Entwicklungspausen für die gesammte Netzhaut augenscheinlich dieselben sind, so wird jenes Verhältniss auch immer mindestens solange bestehen bleiben, als noch ein Hereinziehen von Ersatzelementen in die Sehzellschicht stattfindet. Zur Verwischung des Unterschiedes im Ausbildungsgrade der Sehzellen, also zur Herstellung der Verhältnisse, wie wir sie in der fertigen Netzhaut anderer Säugethiere finden, würde dann ein gewisser Zeitraum erforderlich sein, währenddessen die noch zurückgebliebenen Sehelemente in ihrer Ausbildung die fertigen, nicht weiter entwicklungsfähigen, einzuholen vermöchten. In eine solche Periode des theilweisen Stillstandes ist nun die Sehzellschicht des erwachsenen Maulwurfs in vielen Fällen entschieden eingetreten. Es geht dies daraus hervor, dass dieselbe, und zwar nicht blos im Augenhintergrunde, sondern auch in den der Iris am nächsten gelegenen, also vom Augenhintergrunde am weitesten entfernten, Retinaparthieen niemals Sehzellen aufweist, die noch auf dem Standpunkte der unveränderten Körnerzellen stehen. Stets sind dieselben vielmehr, wenigstens um ein paar Grade, wenn ich mich so ausdrücken darf, über diese Stufe hinaus entwickelt. Da aber die Differenzierung der Körnerzellen zu Sehzellen, auch in den Netzhäuten augenscheinlich verhältnissmässig alter Maulwürfe, oft eben nur wenig fortgeschritten, und andrerseits auch im Augenhintergrunde die Verschiedenheit im Ausbildungsgrade der Sehzellen noch immer sehr gross ist, so kann der definitive Abschluss einer Rekrutierung der Sehzellen aus der Reihe der Körnerzellen zeitlich noch nicht weit zurückliegen. Die Sehzellschicht des erwachsenen Maulwurfs müsste sich daher, um auf den Standpunkt, den normale Säugeraugen bei, oder doch bald nach der Geburt zeigen, zu kommen, noch relativ lange Zeit weiter entwickeln.

Das Alter der Maulwürfe, deren Augen ich untersucht habe, war mir nun selbstverständlich nicht bekannt, doch ist nicht anzunehmen, dass unter den vielen Exemplaren, deren Netzhäute mir vorgelegen haben, nur jüngere Thiere gewesen sein sollten. Bei einigen liessen Grösse, vor Allem der Zustand der Zähne, und andere Merkmale entschieden auf ein verhältnissmässig hohes Alter schliessen. Bei keinem nun fand sich die Sehzellschicht weiter ausgebildet, als ich es für die, weil am häufigsten vorkommend, als typisch angenommene Retina geschildert habe (cfr. den Fall A in der Beschreibung der ausgebildeten Netzhaut). Ich glaube deshalb nicht fehlzugehen, wenn ich annehme, dass beim Maulwurf in der Ausbildung der Sehzellschicht bei, oder bald nach der Geburt eine Hemmung eingetreten ist und zwar in den meisten Fällen auf einer Stufe, auf welcher in normalen Augen die gleichmässige Ausbildung dieser Netzhautschicht eben erst begonnen zu haben pflegt.

Es ist dabei freilich vorausgesetzt, dass die frühe Entwicklung der Sehzellschicht auch im normalen Säugerauge in einer Weise vor sich geht, die der für's Maulwurfsauge beschriebenen in den hier in Betracht kommenden Punkten wenigstens ähnlich ist. Dieser Annahme wiederstreitet nun aber meines Wissens keine der, im Detail ja oft so weit auseinandergehenden, Theorien über die Entstehung dieser Schicht. Ob man die Sehelemente als Exsudate der Kornzellen, oder gar der Körner, auffasst, ob man einen Theil von ihnen aus dem Pigmentepithel abstammen lässt, macht hier keinen Unterschied. Die Hauptsache ist, dass die äusseren Körnerzellen zur Entstehung der Sehzellen wesentlich sind, und dass diese Entstehung nicht für alle Sehzellen auf einmal, sondern in verschiedenen, zeitlich getrennten Abschnitten erfolgt.

Die erste Anlage von Sehzellen findet sich bei Talpa im Grossen und Ganzen stets auf derselben Embryonalstufe. Da man nun nicht selten bei erwachsenen Thieren, und zwar auch bei in jeder anderen Beziehung vollkommen ausgebildeten, augenscheinlich älteren Exemplaren, Netzhäute antrifft, deren Sehzellschicht hinter dem gewöhnlichen Ausbildungsgrade erheblich zurückbleibt (cfr. Fall C), so ergiebt sich hieraus die Wahrscheinlichkeit, dass, aus unbekannten Gründen, gelegentlich die Entwicklung der Schicht langsamer von Statten geht, die Sehzellen beim Eintritt der Hemmung also auf einer viel niedrigeren Entwicklungsstufe stehen, als gewöhnlich.

Schon in sehr früher Zeit haben sich die, sonst noch kaum als solche erkennbaren Sehzellen auch an ihrem distalen Pole zunächst zugespitzt, und dann allmählich in einen feinen Faden ausgezogen.

Dieser tritt bei den am weitesten in der Entwicklung fortgeschrittenen Sehzellen mit einer der äusseren Ganglienzellen in Verbindung. Es scheint dies in derselben Weise bewerkstelligt zu werden, wie der obengeschilderte Zusammenhang zwischen inneren und Opticusganglienzellen. Auch hier dürften wohl viele Sehzellen und äusseren Ganglienzellen nicht in der Lage sein, die Verbindung zu Stande zu bringen, in Folge dessen zerfallen und zur Vermehrung der protoplasmatischen Grundsubstanz und damit zum Wachsthum der Retina beitragen.

Einen solchen Zusammenhang stellen indessen nur, wie gesagt, die höchstentwickelten Sehzellen her, also diejenigen, deren Kornzellen am tiefsten in der Netzhaut, somit den äusseren Ganglienzellen am nächsten liegen. Alle weniger ausgebildeten, von den letzteren mehr entfernten Sehzellen, deren distaler Faden sich ja auch erst später entwickelt, setzen sich durch diesen nicht mit einer äusseren Ganglienzelle direkt, sondern mit einer Zwischenganglienzelle in Verbindung, und erst diese tritt durch ihrerseits ausgebildeten, distalen Hauptfortsatz in der öfters geschilderten Weise in Zusammenhang mit einer äusseren Ganglienzelle. Die Verbindung der genannten zelligen Elemente, sei sie nun auf die eine, oder auf die andere Weise bewirkt, bleibt aber immer in der Form, in welcher sie einmal aufgetreten ist, erhalten. Es wird also eine Sehzelle, die mit einer äusseren Ganglienzelle in Connex getreten ist, solange sie überhaupt besteht, niemals eine Zwischenganglienzelle in diese Leitung sich einreihen lassen, und andrerseits giebt eine Sehzelle, die sich zur Herstellung ihres Zusammenhanges einer Zwischenganglienzelle bediente, unter keinen Umständen diese Vermittlung zu Gunsten direkter Verbindung auf.

Wie kommt es nun aber, dass die Sehzellen auf verschiedene Weise ihren Zusammenhang mit den äusseren Ganglienzellen bewirken? Zur Beantwortung dieser Frage ist vor Allem zu bedenken, dass die Sehzellen mit unmittelbarer Verbindung einmal sicher die allerältesten der ganzen Netzhaut, zweitens stets verhältnissmässig wenig zahlreich sind, und endlich, dass das Vorkommen dieses direkten Zusammenhanges mit zunehmender Entwicklung der Netzhaut allmählich seltener wird und beim erwachsenen Thiere, auch wenn jene, in der Sehzellschicht am deutlichsten zum Ausdruck kommende, aber ohne Zweifel für die gesammte Netzhaut anzunehmende Hemmung noch so früh eingetreten, niemals mehr anzutreffen ist. Zu der Zeit, wo es noch keine Zwischenganglienzellen gab, waren die Kornzellen von den äusseren Ganglienzellen nur wenig entfernt. Die Distalfortsätze der ersteren, die ja auch hier zur Herstellung eines Zusammenhanges lediglich auf eine zufällige Begegnung mit Proximalausläufern der letzteren angewiesen waren, hatten also noch verhältnissmässig viel Aussicht, diesen Zweck zu erreichen. In höher ausgebildeten Netzhäuten nun gewinnt zwar die äussere Körnerschicht als solche zunächst keineswegs eine grössere Mächtigkeit; da aber, wie allenthalben in der Retina, so auch hier, mit fortschreitender Entwicklung die zelligen Elemente an Grösse bedeutend abnehmen, wird trotzdem die Entfernung zwischen Sehzelle und äusserer Ganglienzelle, also der Raum, in welchem die Begegnung der beiderseitigen Fortsätze stattzufinden hat, relativ viel breiter und die Chancen der Ausläufer, sich zu treffen, daher viel geringer. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, entwickelt sich nun eine Anzahl Körnerzellen zu Zwischenganglienzellen, die den Sehzellen näher liegen, mit denselben also viel leichter in Verbindung treten können. Ich glaube, dass von dem Momente an, wo diese Ganglienzellen in Funktion getreten sind, ein direkter Zusammenhang zwischen Sehzellen und äusseren Ganglienzellen nicht mehr neu hergestellt wird. Die, ohnehin nicht zahlreichen, ältesten Sehzellanlagen und zugehörigen äusseren Ganglienzellen bleiben in der Verbindung, die sie nun einmal besitzen, vorläufig erhalten: im Laufe der Weiterentwicklung gehen sie dann allmählich zu Grunde, so dass bei den höchsten Embryonalstadien nur noch wenige übrig geblieben sind, während die Retina des erwachsenen Thieres gar keine mehr zeigt. Sollte indessen auch nach erfolgter Ausbildung der Zwischenganglienzelle noch jene direkte Verbindung neu eingegangen werden, was allerdings unter allen Umständen nur in ganz geringem Umfange der Fall sein könnte, so wäre die Erscheinung jedenfalls auf die höchstentwickelten Sehzellen beschränkt, deren Kornzellen ohnehin stets relativ sehr weit in der Tiefe der äusseren Körnerschicht liegen, also nach dem oben Gesagten einer Vermittlung weniger bedürfen.

Man könnte als Beweis gegen die Hypothese, die ich über die Verbindung zwischen Sehzelle und äusserer Ganglienzelle aufgestellt habe, das Beispiel des Zusammenhanges von Opticusganglienzelle mit innerer Ganglienzelle heranziehen wollen, wo ja die Entfernung der beiden zu verbindenden Elemente eine ungleich grössere ist. Es unterliegt nun keinem Zweifel, dass hier vor Allem von Seiten der Opticusganglienzellen viel mehr Ausläufer nutzlos ausgesandt werden, d. h. keinen entgegenkommenden finden, mit dem sie sich vereinigen könnten. Es bestehen jedoch zwei Veranstaltungen, die geeignet sind, diesem Uebelstande abzuhelfen. Einmal sendet ja eine Opticusganglienzelle meist nicht blos einen, sondern mehrere Ausläufer der Reihe nach proximalwärts, um die Verbindung herzustellen, und zweitens ist der Nachschub an Reservezellen für die Opticusganglienschicht ein ganz gewaltiger. Wenn auch, was ja sehr häufig vorkommen wird, eine Opticusganglienzelle mit keinem ihrer Proximalfortsätze den Distalfortsatz einer inneren Ganglienzelle getroffen hat, die Opticusganglienzelle also zu Grunde gehen wird, so ist für sie sofort eine Ersatzzelle vorhanden, die ihrerseits wieder proximale Ausläufer entwickelt, von denen nun doch wohl einer die erwünschte Verbindung einzugehen im Stande sein dürfte.

Die Zellen der einzelnen Lagen vermehren sich nun aber nicht in demselben Grade. Die Sehzellen z. B., welche zur Zeit des ersten Auftretens von Zwischenganglienzellen an Zahl diesen etwa gleich kommen, (die wenigen, mit den äusseren Ganglienzellen direkt verbundenen können hier ausser Betracht bleiben), und von welchen deshalb eine nur mit einer der letzteren in Zusammenhang getreten war, vermehren sich rascher, als die Ganglienzellen. Die Folge davon wird sein, dass eine Zwischenganglienzelle gelegentlich die Fortsätze mehrerer Kornzellen auf sich vereinigt. Aus demselben Grunde entsteht dann zuweilen ein Zusammenhang mehrerer Zwischenganglienzellen mit einer einzigen äusseren Ganglienzelle und, freilich nur sehr selten, die Verbindung einer Opticusganglienzelle mit zwei, vielleicht auch noch mehr inneren.

Wie bei Beschreibung des erwachsenen Maulwurfs gezeigt wurde, findet sich im Gebiet der äusseren Körnerschicht hier in die nervöse Leitung (Sehzelle-Zwischenganglienzelle- äussere Ganglienzelle) noch eine weitere ganglienartige Zelle eingeschoben. Es ist mir nun leider nicht möglich, anzugeben, wie diese Einschiebung zustande kommt. Die grössten Embryonen (32—34 mm Länge, also unmittelbar vor der Geburt stehend), die ich untersucht habe, zeigen davon keine Spur; neugeborene Thiere konnte ich leider keine erlangen und in den Netzhäuten der erwachsenen ist sie ausnahmslos vollendet. Dass es sich dabei um eine Wiederholung des bei Aufnahme der Zwischenganglienzelle in die vorher nur direkte Leitung stattfindenden Vorganges handeln sollte, erscheint mir ausgeschlossen. Die Sehzellen sind auf den höchsten Embryonalstufen so zahlreich und zum grössten Theile so hoch entwickelt, dass man unmöglich annehmen kann, dass sie alle in der verhältnissmässig kurzen Spanne Zeit, die zwischen dem Standpunkt des ältesten Embryo und dem des erwachsenen Thieres liegen kann, vollständig, und zwar spurlos, zu Grunde gegangen sein sollten, um neuen Sehzellen Platz zu machen, welche von vornherein die neue Leitungsart (Sehzelle — eingeschobene Ganglienzelle — Zwischenganglienzelle — äussere Ganglienzelle) zeigen würden, von denen aber bei den höchstentwickelten Embryonen noch nicht einmal die Anfänge vorhanden sind. Es muss also wohl an der Annahme festgehalten werden, dass die neuerdings auftretenden Elemente sich in die bereits fertige Leitung zwischen Sehzelle und Zwischenganglienzelle eingeschoben haben.

Aber auch über den Zweck dieser Einrichtung lassen sich nur Vermuthungen aussprechen. Die äussere Körnerschicht hat sich bedeutend verstärkt, und die Distanz zwischen Kornzelle und Zwischenganglienzelle ist viel grösser, eine Verlängerung des Nervenfadens zwischen diesen Zellen daher nothwendig geworden. Da nun die Elemente der äusseren Körnerschicht verhältnissmässig dicht gedrängt liegen, so wäre Gefahr vorhanden, dass der leitende Nervenfaden mit anderen zelligen Elementen in zu nahe Berührung kommen, und dadurch eine Störung in der Leitung herbeigeführt werden könnte. Die eingeschobene Ganglienzelle würde also die Rolle einer Zwischenstation spielen, dazu bestimmt, die unzweckmässige allzu grosse Länge des Leitungsfadens zu vermindern. Der Faden, der sich zwischen Opticusganglienzelle und innerer Ganglienzelle ausspannt, ist nun freilich noch länger, zieht sich aber durch die verhältnissmässig zellenarme Granulosa interna hin, in welcher die angedeutete Gefahr viel geringer ist.

Eine andere Erklärung wäre die folgende: Die äussere Körnerschicht hat stark an Mächtigkeit zugenommen. Kornzellen und äussere Ganglienzellen besitzen nun aber nicht mehr so viel Material, dass sie die nöthig gewordene Verlängerung der zwischen ihnen ausgespannten Leitung liefern könnten. Es droht daher eine Zerreissung des Fadens und damit eine Unterbrechung der Leitung. Um diess zu verhüten, wurde eine weitere Zelle eingeschoben, die einerseits selbst ein, der Länge ihrer grossen Achse entsprechendes, sonst durch einen Nervenfaden zu bestreitendes Stück der Leitung ersetzt, andrerseits mit ihrem reichlichen Material eine etwa nöthige weitere Verlängerung des Fadens selbst ermöglicht. Welche der beiden Erklärungen die richtige ist, ob vielleicht beide Momente zusammenwirken, oder ob auch das unleugbare Vorhandensein der eingeschobenen Ganglienzellen auf noch andere, mir zur Zeit unauffindbare Gründe zurückzuführen ist, vermag ich, wie gesagt, nicht zu entscheiden; ich muss mich begnügen, in dieser Hinsicht eben meine Vermuthungen auszusprechen.

Es hat sich also eine Nervenleitung hergestellt, einerseits von den inneren Ganglienzellen nach den Opticusfasern, und andrerseits von den Sehzellen bis zu den äusseren Ganglienzellen. Diese beiden Leitungen sind schliesslich ununterbrochene, d. h. durch direkten und innigen Zusammenhang von Zellen und Fasern hergestellte, geworden. Es läge nun die Annahme nahe, dass auch die letzte in der direkten Leitung von der Sehzelle bis zu den Opticusfasern noch offene Strecke, die Lücke zwischen äusseren und inneren Ganglienzellen, sich in derselben Weise, d. h. durch unmittelbare Verbindung dieser beiden Ganglienlagen, schliessen werde.

Dem ist aber nicht so.

Die inneren Ganglienzellen, ebenso wie die, kurz nach ihnen entstandenen, äusseren, schicken zunächst nach allen Seiten ganz kurze, zarte Ausläufer. Was bei den inneren Ganglienzellen aus den distalen, bei den äusseren aus den proximalen Fortsätzen sich allmählich entwickelt, wurde bereits gezeigt. Ebenso wurde schon erwähnt, dass die lateralen, die ja niemals bedeutend waren, bei beiden Zellarten sehr bald wieder verschwinden. Diejenigen Ausläufer, welche die beiden Ganglienschichten gegeneinander aussenden, wachsen langsam, aber stetig, immermehr in die Länge. Es kommen darunter grössere und kleinere vor, ohne dass man jedoch einzelne besonders bevorzugte Hauptausläufer unterscheiden könnte. Von beiden Seiten unter leichter Verästelung etwa im selben Tempo einander entgegenwachsend, müssen sich die Ausläufer ungefähr in der Mitte der inneren Körnerschicht begegnen, und dies ist auch thatsächlich bei älteren Embryonen in einzelnen, bei der Retina des ausgebildeten Maulwurfs in vielen Fällen nachzuweisen. Bei der grossen Menge dieser Fortsätze muss es dann oft zu einer Berührung der beiderseits ausgesandten kommen, und eine solche lässt sich beim erwachsenen Thiere auch in der That zuweilen konstatieren. Ganz sicher ist aber, dass dabei niemals eine Verschmelzung der aneinander angelegten Fädchen stattfindet. Ebenso wenig verwachsen die Ausläufer verschiedener Zellen derselben Ganglienschicht mit einander. Ob die feinen Ausläufer einer Ganglienzelle der einen Schicht immer nur mit den entsprechenden einer einzigen Zelle der anderen in Contact kommen, oder ob eine Ganglienzelle der einen Lage auf diese Weise zu mehreren Elementen der anderen zugleich in Beziehung tritt — darüber Gewissheit zu erlangen, war mir nicht möglich. Wenn man aber bedenkt, in wie feine Aestchen sich die beiderseitigen Ausläufer auflösen, und auf einen wie grossen Raum sich dieselben schliesslich ausbreiten, so ist es schwer, an die erstere Möglichkeit zu glauben. Viel näher liegt die Annahme, dass die Endausläufer einer Zelle der einen Lage mit Ausläufern in Berührung gerathen, die einer ganzen Anzahl von Elementen der gegenüberliegenden Ganglienschicht angehören. Aus demselben Grunde dürfte auch wohl ein gegenseitiger Contact zwischen Ausläufern verschiedener Zellen derselben Ganglienschicht kaum zu bestreiten sein, wenn ich freilich auch diesen niemals habe nachweisen können.

Aus dem Gesagten ergibt sich nun zunächst, dass die von den beiden Ganglienschichten der inneren Körnerschicht gegeneinander ausgesandten Fortsätze nicht miteinander verwachsen, dass also keine direkte Verbindung zwischen den beiden Zellenlagen zustande kommt. Die nervöse Leitung kann im Gebiete der inneren Körnerschicht also nur auf zweierlei Weise erklärt werden. Entweder legt man der Thatsache des Contactes zwischen den beiderseitigen Nervenfäserchen keine Bedeutung bei und nimmt an, dass die Grundsubstanz der Schicht die Leitung vermittelt, oder aber man lässt diese durch den Contact hergestellt sein.

Ich möchte mich für die letztere Eventualität entscheiden, da durch diese der einheitliche Charakter der gesammten nervösen Leitung immer noch eher gewahrt erscheint, als wenn man für die Fortpflanzung eines Reizes ein ganz neues Medium (die protoplasmatische Zwischensubstanz) in Rechnung zu ziehen gezwungen ist. Die Leitung erfolgt so von der Sehzelle bis zur Opticusfaser durch Ganglienzellen und deren Ausläufer. Dass im Gebiete der inneren Körnerschicht an Stelle der direkten Verbindung von Fortsätzen der Contact solcher tritt, scheint mir keinen prinzipiellen Unterschied zu begründen. Ich erinnere nur daran, dass ja die Leitung zwischen Opticusganglienzelle und innerer Ganglienzelle, und andrerseits zwischen äusserer Ganglienzelle und Kornzelle auch in der Art entstanden ist, dass die gegenseitigen Ausläufer sich aneinander gelegt haben, also, wenigstens kurze Zeit, ebenfalls im „Contact“ gewesen und erst später verschmolzen sind.

Der äussere Rand der Netzhaut wird auf den frühesten Entwicklungsstufen zwischen den Körner- resp. Sehzellen lediglich durch die Grenze des Grundprotoplasma, an welcher dieses jedoch durch nichts von seinen tiefer liegenden Theilen unterschieden ist, gebildet. Dieselbe verläuft anfangs sehr unregelmässig, stark gewellt, glättet sich aber allmählich immer mehr. Es tritt dann in diesen Grenzparthieen eine starke Verdichtung des Protoplasma ein, die in den Schnittpraeparaten ihren Ausdruck bald in einer scharf ausgeprägten Linie findet. Später hebt sich innerhalb dieser eine schmale, hellere Randschicht ab, die immer feineres Protoplasma gewinnt und sich dadurch immer deutlicher gegen die stark verdichteten, angrenzenden Theile der Grundsubstanz absetzt. An dieser Randschicht entwickelt sich darauf zunächst eine scharfe äussere, und bald auch eine innere Conthur, welch' letztere anfangs noch ziemlich zart ist, bald aber ebenfalls an Bestimmtheit mehr und mehr gewinnt. Die Verdichtung in den angrenzenden Parthieen der Grundsubstanz verliert sich allmählich. Es ist auf diese Weise zur Bildung einer äusseren Grenzmembran, einer Membrana limitans externa, gekommen, und zwar lediglich aus der protoplasmatischen Grundsubstanz der Retina heraus, vor allem also ohne jede Betheiligung der Stützfasern.

Werfen wir nun einen kurzen Rückblick auf die Entwicklung der nervösen Netzhautschichten, so tritt uns zuerst eine Körnerschicht entgegen. Aus dieser bildet sich dann am äusseren Rande die Sehzellschicht, und kurz darauf am inneren die innere Ganglienschicht. Aus Körnerzellen, welche derselben Ursprungsschicht entstammen, entstehen alsdann die Opticusganglienzellen mit den Opticusfasern, und weiterhin immer wieder die zum Ersatz nöthigen Reserveganglienzellen. Ebenfalls aus Körnerzellen gehen nun die äusseren Ganglienzellen hervor, und es kommt damit zur Trennung in äussere und innere Körnerschicht. Während einer Entwicklungspause entsteht, vom Umkreise des Optikus her, die Granulosa interna. Es entwickeln sich ferner aus Körnern der äusseren Körnerschicht die Zwischenganglienzellen und schliesslich die eingeschobenen Ganglienzellen. Kurz vor Entstehung der letzteren ist aus einem System von Spalträumen zwischen äusserer und innerer Körnerschicht die Granulosa externa entstanden. Die protoplasmatische Grundsubstanz besteht zunächst aus dem Material zerfallener Körnerzellen und wohl auch Stützzellen, sowie Stützfasern; zu ihrer Vermehrung tragen im Verlaufe der Weiterentwicklung der Retina Zellen sämmtlicher in derselben vorkommender Arten durch Zerfall bei. Die Limitans externa entwickelt sich aus der Grundsubstanz.

Es ist also eine einzige Mutterschicht, gebildet aus ursprünglich ganz gleichartigen Zellen, aus der sämmtliche andere nervösen Netzhautschichten ihren Ursprung nehmen, und die im Laufe der ganzen Ausbildung der Retina ohne Ausnahme sämmtliches, zur weiteren Differenzierung, wie zum Grössenwachsthum dieser Schichten nothwendige Material allein liefert. Die gesammte ectodermale Retina, einschliesslich des Sehnerven, ist das Produkt einer Weiterentwicklung der Körnerschicht.

B) Die bindegewebigen Elemente.

Bei Beschreibung der niedrigsten Entwicklungsstufen der Maulwurfsretina wurde bereits des Näheren gezeigt, dass die Netzhaut nicht, wie neuerdings vielfach behauptet wird, überhaupt keine mesodermalen Elemente (dauernd) besitzt, sondern, dass im Gegentheil das ganze Stützsystem sich aus Bindegewebszellen resp. -Fasern aufbaut.

Das Material dazu liefern, wie hier kurz wiederholt sein mag, die Bindegewebszüge, welche auf drei verschiedenen Wegen zunächst in das Innere des Augenbechers, also den Raum des späteren Glaskörpers, eindringen. Es wurde nämlich erstens mesodermales Gewebe, durch die sich bildende

Linsenblase hereingedrängt, zweitens sind Bindegewebstheile zwischen der Linsenanlage und den Rändern des Augenbechers in diesen hineingedrungen, und endlich ist Bindegewebe durch die, kurz nach Bildung der sekundären Augenblase entstandene, foetale Augenspalte eingewandert.

In erster Linie kommt für die Retina jenes Mesodermgewebe in Betracht, welches über die Augenbecherränder hinweg seinen Weg genommen hat. Diese Züge, Zellen und Fasern, breiten sich, sobald sie den Becherhohlraum erreicht haben, weit aus. In der Hauptsache legen sie sich aber, vom Augenbecherrande gegen den Augenhintergrund vorschreitend, an die Retina (die auf dieser Stufe lediglich aus den Elementen des eingestülpten, distalen Theiles der früheren primären Augenblase, also ausschliesslich aus ectodermalen Zellen, sich aufbaut) dicht an und beginnen sofort in diese einzudringen. Im Gegensatz zu den nervösen Bestandtheilen der Retina, bei denen, wie gezeigt wurde, alle und jede Entwicklung vom Augenhintergrunde ausgeht, treten die bindegewebigen Bestandtheile stets in den Netzhauttheilen des vorderen Augenpoles zuerst auf, von wo aus sie dann auf die Parthieen des Augenhintergrundes allmählich sich ausdehnen. Mit Entstehung der foetalen Augenspalte kommen nun weitere Bindegewebsmassen ins Augeninnere hinein; sie vermischen sich mit den mesodermalen Elementen, die sie dort schon antreffen und tragen so auch ihrerseits zur Vermehrung des für die Netzhaut bestimmten bindegewebigen Materials bei.

Die Bindegewebszüge dringen in der, früher rein ectodermalen, Retina immer weiter und erreichen bald die Nähe des margo limitans externus. Sie schlagen dabei aber keineswegs immer den nächsten Weg ein, durchziehen die Netzhaut vielmehr in jeder möglichen Richtung.

In dieser Zeit fehlt jede scharfe Grenze der Retina gegen den ebenfalls aus Bindegewebsmassen gebildeten Glaskörper hin. Bald aber beginnt sich nun eine Trennung zwischen dem der Retina angehörigen Bindegewebe und dem des Glaskörpers zu vollziehen. Zunächst, wie immer, in den Parthieen des Augenbecherrandes, findet, wenig distalwärts von der inneren Grenze der früher rein nervösen Netzhaut, zum Theil durch direkte Zerreissung, eine Loslösung der Bindegewebsfasern von den Massen des Glaskörpers statt, mit welchen sie bis dahin im Zusammenhange gewesen waren. Die auf diese Weise freigewordenen, distalen Enden der Bindegewebsfasern bilden nun ein flächenhaft ausgebreitetes, zunächst ganz lockeres Flechtwerk, das aber immerhin eine deutliche Grenze zwischen den Gewebsmassen des Glaskörperraumes und dem Bindegewebe der Retina abgiebt. Es dauert freilich geraume Zeit, bis die erwähnte Trennung strenge durchgeführt ist, denn noch lange, nachdem jene Grenze sich zu bilden begonnen hat, wird sie von Faserzügen durchsetzt, die einen unmittelbaren Zusammenhang ihrer vitrealen Theile mit den retinalen aufrecht erhalten haben. Erst allmählich verschwinden dieselben, in der Hauptsache dadurch, dass sich auch hinsichtlich ihrer jener Process der Loslösung geltend macht, und die distalen Faserenden ihres retinalen Theiles verschlingen sich dann ebenfalls mit dem erwähnten Netzwerk.

Letzteres wird im Laufe der Entwicklung immer dichter und fester. Seine Bestandtheile werden immer enger zusammengedrängt, und schliesslich verschmelzen sie vollständig miteinander. Diese Grenzschicht macht dann den Eindruck einer aus hellem, feinem Protoplasma gebildeten Haut, die im Innern noch vielfach Spuren von Fasern zeigt. Auch diese verschwinden dann mehr und mehr, und das Gebilde wird zur vollkommenen Membran: der Membrana limitans interna.

Es ist also nicht ganz richtig, zu sagen, dass die innere Grenzmembran der Netzhaut aus dem Glaskörper sich bilde. Sie entsteht vielmehr aus den Bindegewebszügen, welche auf frühen Entwicklungsstufen dem Glaskörper mit der Netzhaut gemeinsam waren; ihre erste Anlage bildet den Ausdruck der sich vollziehenden Trennung zwischen vitrealem und retinalem Bindegewebe.

Auf der Stufe, wo die spätere limitans interna begonnen hat, in der erwähnten Weise sich als Netzwerk anzulegen, haben sich die nervösen Zellen der Retina mehr nach dem äusseren Rande derselben hingezogen. Der an das Netzwerk angrenzende, rein bindegewebige Theil der Retina, der bisher nur ganz schmal war, ist in Folge dessen sehr breit geworden und mag nun als Bindegewebsfaserschicht bezeichnet werden. Der Zusammenhang dieser Schicht mit den vitrealen Gewebsmassen ist Anfangs noch zum grossen Theile aufrecht erhalten geblieben, da ja jene netzartige Grenzschicht einerseits den Retinaparthieen des Augenhintergrundes noch vollständig fehlt, und andrerseits auch da, wo das Flechtwerk vorhanden ist, durch seine weiten Maschen verbindende Gewebszüge noch ungehindert durchdringen. Es kann in Folge dessen vom Glaskörper aus Anfangs noch Nachschub von Bindegewebe in die Retina hinein stattfinden, und dieser dient in erster Linie zur Verstärkung der Bindegewebsfaserschicht.

Die Züge, welche die Retina durchwachsen haben, nehmen allmählich einen immer gestreckteren Verlauf an. Ursprünglich war von eigentlichen Stützfasern ja nicht die Rede. Es handelte sich vielmehr lediglich um Zellen mit mehr, oder weniger langen Ausläufern, die, in jeder Richtung sich durch die ganze Netzhaut verbreitete. Die lange Achse dieser Bindegewebszellen nahm nun allmählich eine zur Retinafläche mehr und mehr senkrechte Richtung an. In Folge dessen begannen dann auch die Hauptausläufer der Zellen die Netzhaut immer mehr in radiärer Richtung zu durchziehen, während die horizontal verlaufenden Bindegewebsfibrillen, und wohl auch eine Menge Zellen mit ihren Kernen, zu Grunde giengen und die protoplasmatische Zwischensubstanz vermehren halfen.

Die regelmässiger verlaufenden Bindegewebszellen vergrösserten ihre Ausläufer nun immer mehr und es entstanden hieraus bald wirkliche, feste Fasern, die sich aber immer noch deutlich als einfache Auswachsungen von Zellen darstellten. Nun beginnen jedoch die letzteren sich gegen die Fasern allmählich abzuschnüren, es bildet sich eine parallel zur langen Zellachse verlaufende Scheidewand zwischen beiden, und die Stützzelle, die vorher eine einfache, kernhaltige Erweiterung der Faser bildete, scheint jetzt der letzteren nur mehr dicht angelagert, mit ihr gleichsam verklebt zu sein.

Die distalen Enden der Fasern sind im Zusammenhang mit dem Flechtwerk des inneren Retinarandes geblieben. Anfangs lässt sich ihre Betheiligung am Aufbau des Netzes in vielen Fällen noch deutlich nachweisen, mit zunehmender Verdichtung des letzteren verliert sich aber dann die Möglichkeit, zu unterscheiden, von welcher speziellen Fibrille des Filzwerkes die betreffende Stützfaser die Fortsetzung bildet: sie geht dann eben einfach aus diesem im Ganzen hervor. Auch nach Ausbildung der limitans interna stellen sich die Stützfasern zunächst immer noch als eine Art Anhängsel dieser Membran dar, mit deren Substanz sie in ungetrenntem Zusammenhang stehen. Bald jedoch schnürt sich die Membran von ihnen ab, und es entsteht dann eine scharfe Trennungslinie zwischen den beiden Gewebstheilen. Endlich treibt sich dann der Theil der Stützfaser, der der Membran jetzt nur mehr angeklebt erscheint, allmählich zu jener als „dreieckiges Füsschen“ bekannten, kegelförmigen Erweiterung auf.

Entsprechend ihrer Natur als stark verlängerte Poltheile von Bindegewebszellen senden die Stützfasern Anfangs in ihrem ganzen Verlaufe nach allen Seiten Aeste aus. Dieselben verlieren sich auch niemals gänzlich, es giebt, mit Ausnahme der Sehzellschicht, wohl keinen Theil der Retina, in dem sich nicht wenigstens Spuren von Verzweigungen der Müller'schen Fasern nachweisen liessen. Ein hoher Grad von Verästelung, der im Verlauf der Retinaentwicklung nicht ab-, sondern vielmehr bedeutend zunimmt, findet sich aber nur in der Gegend der äusseren Grenze der inneren, resp. der inneren Grenze der äusseren Körnerschicht, da also, wo sich bei den höchsten Embryonalstadien die erste Andeutung der Granulosa externa zeigt. Zum Aufbau dieser Schicht tragen die Verzweigungen der Müller'schen Fasern in ganz hervorragender Weise bei. Sie lösen sich in ungemein feine Verästelungen auf, die vielleicht sogar, wenigstens scheint es mir in einigen Fällen so, mit einander anastomosiren. Sollte letzteres aber auch nicht der Fall sein, so ist jedenfalls sicher, dass sie ein sehr engverflochtenes Netzwerk durch die ganze Granulosa externa hindurch bilden, dessen Maschen von der protoplasmatischen Grundsubstanz der Schicht ausgefüllt werden. Diese ist aber selbst wieder gelegentlich zu einer Art feinen Netzwerkes angeordnet. Ich möchte indessen die letztere Erscheinung ebenfalls auf Verzweigungen von Müller'schen Fasern zurückführen, die zerfallen sind, deren Auflösung aber noch nicht soweit fortgeschritten ist, dass jede Spur ihres früheren Verlaufes bereits verwischt wäre. Die protoplasmatische Grundsubstanz wird wahrscheinlich in erster Linie von dem Material zerfallener Stützfasern und weiterhin einzelner Stützzellen gebildet. Es mögen jedoch auch zu Grunde gegangene nervöse Zellen der benachbarten Netzhautschichten bis zu einem gewissen Grade ihren Theil beigetragen haben.

In der Sehzellschicht findet, wie gesagt, von dem Momente an, wo von einer solchen überhaupt gesprochen werden kann, absolut keine Abgabe von Aesten seitens der Stützfasern mehr statt. Eine Bildung der Membrana limitans externa, oder auch nur eine Verstärkung derselben, durch Theile der Müller'schen Fasern ist absolut ausgeschlossen.

Die Fasern selbst lassen sich schon auf frühen Entwicklungsstufen über den Margo limitans externus hinaus in den Raum hinein verfolgen, der sich zwischen Retina und Pigmentepithel ausdehnt. Später wachsen sie immer weiter auf letztere Haut zu und verlieren sich bald in den Pigmentmassen derselben. Sie dringen, unter Benützung der Zwischenräume zwischen den Zellen des Pigmentepithels, durch diese Schicht durch und vereinigen sich mit dem, proximal von letzterer sich ausbreitenden Bindegewebe, sei es, dass sie in einer besonders differenzirten Zwischenmembran aufgehen, sei es, dass sie einfach in die innersten Theile der Chorioidea eintreten (cfr. Chorioidea).

Das geschilderte Verhalten der Müller'schen Fasern in ihrem proximalen Verlauf liess sich allerdings nur in sehr seltenen Fällen seiner ganzen Ausdehnung nach ununterbrochen nachweisen. Meist waren auch hier wieder die Stützfasern in dem Raum zwischen Retina und Pigmentepithel abgerissen, eine Folge des durch ungleichmässige Schrumpfung der Präparate herbeigeführten Zurückweichens der ersteren von letzterem. Bei allen fortgeschritteneren Stadien waren aber dann die Stücke der Fasern, einerseits zwischen den Sehelementen, über die sie meist etwas herausragten, und dann wieder am Pigmentepithel, wo sie sich von den unpigmentirten Fortsätzen der Zellen durch ihre scharfe Conthurirung aufs Deutlichste unterscheiden, sehr leicht nachweisbar. Dass die beiderseitigen Stücke in der That zu einander gehören, lehrte dann die Vergleichung mit einzelnen Stellen, wo ihr Zusammenhang nicht unterbrochen worden war.

Es tritt also auch im Maulwurfsauge das sich zwischen zwei Rahmen ausspannende Stütznetz auf, das alle nervösen Theile der Retina durchzieht. Als Rahmen funktionieren die

Membrana limitans interna, weiterhin im Iristheile die aus Vereinigung der genannten Membran mit der Membrana hyaloidea gebildete. Diese schlägt sich über den freien Irisrand hinüber und tritt dort wahrscheinlich in Verbindung mit der Zwischenmembran, jedenfalls wenigstens mit den innersten Lagen der Chorioidea, die den äusseren Theil des Rahmens bilden. Das sich dazwischen ausspannende Stütznetz wird durch die Müller'schen Fasern gebildet, die durch ihre Verzweigungen, besonders im Gebiete der Granulosa externa, die festigende Wirkung der Anlage noch erhöhen.

Zu einer Zeit, wo die limitans interna bereits eine ununterbrochene, feste Grenzschicht darstellt, ohne gerade noch zur Membran geworden zu sein, jedenfalls nach dem Schlusse der foetalen Augenspalte, schieben sich Bindegewebsmassen, die dem Perivasculärgewebe der Arteria centralis oder hyaloidea entstammen, vom Umkreise dieses Gefässes aus zwischen Bindegewebsfaserschicht und limitans interna hinein. Sie vergrössern sich sehr rasch zu einem bedeutenden Haufen, der, die limitans interna vor sich hertreibend, kegelförmig in den Glaskörper hineinragt. Seine Basis liegt der Bindegewebsfaserschicht zunächst in der Gegend des Sehnervenaustritts an, also da, wo sich im normalen Auge der höher entwickelten Wirbelthiere der sogen. blinde Fleck findet. Die Bindegewebszüge breiten sich allmählich über die ganze Retina bis zur Iris hin aus. Der oben erwähnte Kegel verliert dabei immer mehr und mehr an Höhe, und es entsteht schliesslich eine aus Bindegewebsmassen gebildete Schicht zwischen limitans interna und Bindegewebsfaserschicht. Die letztere hat schon vor Auftreten des neuen Gebildes ihre faserigen Bestandtheile durch Zerfall derselben grösstentheils verloren und besteht in der Hauptsache aus protoplasmatischem Gerinnsel. Die neue Schicht mit ihren Fasern und Zellen hebt sich gegen sie deshalb anfangs sehr deutlich ab. Bald aber schwinden auch in dieser die faserigen und zelligen Theile mehr und mehr, und die beiden Schichten verwachsen dann zu einer einzigen untrennbaren, die sich zwischen Opticusfaserschicht und limitans interna ausbreitet.

Schon vor dieser Verschmelzung wachsen in die neugebildete Netzhautlage Gefässe hinein (cfr. den Abschnitt über „Blutversorgung"), und es entsteht so eine für die Ernährung der Netzhaut sehr wichtige Schicht, der ich den Namen *Tunica vasculosa Retinae* geben möchte. Der von O. Schultze[1]) und Voll[2]) gebrauchte Ausdruck: *Membrana vasculosa Retinae* scheint mir hier nicht ganz passend, da ja von einer Membran, jedenfalls im Maulwurfsauge, mit Rücksicht auf den Bau des fraglichen Gewebstheiles auf keiner Entwicklungsstufe gesprochen werden kann.

Nervus opticus.

Stadium I (4,5 mm).

Von einem aus Nervenfasern gebildeten Opticus ist noch keine Rede, wie ja auch in der Retina noch jede Spur entwickelter Ganglienzellen, und also der auch den Sehnerv bedingenden Opticusganglienzellen fehlt. Die Stelle jenes Organs nimmt vielmehr der gegenüber der Gehirnwandung selbst noch absolut keine Veränderung zeigende sogen. Augenblasenstiel ein. (Taf. VI, Fig. 68.)

---

[1]) O. Schultze. Zur Entwicklungsgeschichte des Gefässsystems im Säugethierauge.

[2]) A. Voll. Ueber die Entwicklung der Membrana vasculosa Retinae.

Beide in Festschrift zu Kölliker's 50jährigem Doktorjubiläum 1892.

Gemessen vom proximalen Pol der Netzhaut bis zum Uebergang in's Centralnervensystem hat derselbe eine Länge von ca. 0,3364 mm. Seine Höhle, die direkt mit der Gehirnhöhle kommuniziert, hat einen wechselnden Durchmesser. Am breitesten ist sie stets kurz vor ihrem Uebergang in die Höhle des Hirns: sie misst hier 0,0858 mm. An der Uebergangsstelle selbst ist sie erheblich schmäler, doch mögen dabei auch in meinen Präparaten durch Schrumpfung verursachte Verschiebungen der Gewebstheile eine Rolle spielen. Da deren Umfang sich nicht feststellen lässt, so muss ich darauf verzichten, Maſse anzugeben.

Nahe dem distalen Ende des Augenblasenstiels, d. h. kurz vor der Stelle, bis zu welcher die eingestülpte secundäre Augenblase in den Hohlraum hineinragt, erleidet die Höhle des ersteren ebenfalls eine vorübergehende Verengung auf 0,0260 mm.

Die Wandung des Augenblasenstieles hat desgleichen eine sehr wechselnde Stärke. Das Maximum mit 0,0598 mm erreicht sie durch eine Art Aufwulstung ihres ventralen Abschnittes, etwa in der Gegend, wo die Höhle ihre geringste Mächtigkeit zeigt, während dorsal die stärkste Stelle der Wandung, 0,0559 mm, kurz vor dem Uebergang in die Gehirnwand sich findet.

Der Augenblasenstiel baut sich aus Nervenzellen von verschiedenartiger Form auf. Dieselben sind im Allgemeinen rundlich-oval, doch haben sie infolge der gegenseitigen Pressung oft die mannigfaltigsten Formen angenommen. Eine Anordnung in gesonderte Schichten existiert, wie schon bemerkt, nicht, nur die die Wandung gegen die Höhle abgrenzenden Zellen erscheinen zu einer regelmässigen, freilich in ihrer Continuität häufig unterbrochenen, einfachen Lage angeordnet.

Dorsal geht der Augenblasenstiel alsdann etwa im Niveau des proximalen Retinapoles in eine zweischichtige, und kurz darauf in die einschichtige Anordnung des äusseren Blattes der sekundären Augenblase, also des späteren Pigmentepithels, über. Ventral ist dieser Uebergang stets viel weiter distalwärts vorgerückt. Die Stelle, wo die in 2 Lagen angeordneten distalen Parthieen der Augenblasenstielwandung in das einschichtige Pigmentepithel sich umwandeln, schiebt sich z. B. im äussersten Falle bis beinahe in das Niveau des proximalen Linsenpoles distalwärts vor.

Die foetale Augenspalte scheint auf dieser Entwicklungsstufe noch nicht bis auf den Augenblasenstiel selbst vorgerückt zu sein, wenigstens konnte ich an den von mir untersuchten Objekten niemals eine Spur davon entdecken.

Die Scheiden des späteren Opticus sind in der ersten Anlage bereits vorhanden. In direktem Zusammenhang mit den besonders differenzierten Bindegewebszügen der unmittelbaren Umgebung des Bulbus, den Anfängen einer Augenkapsel, stehend, umschliessen auch den Augenblasenstiel in seiner ganzen Ausdehnung besondere Bindegewebsmassen, die sich von dem übrigen Bindegewebe der Nachbarschaft deutlich abheben. Sie sind viel weniger wellig, haben länglichere Kerne und gestreckteren, im Allgemeinen der Fläche des Augenblasenstiels parallel gerichteten Faserverlauf. Ihre der Stielwandung zugekehrten Grenzparthieen zeigen diese Eigenschaften in noch höherem Maſse, ihre Züge sind hier auch viel enger gedrängt.

Stadium II (6,7 mm).

Am proximalen Augenpol geht das Pigmentepithel in den Augenblasenstiel über, in dem sich auch jetzt noch, entsprechend dem Fehlen entwickelter Opticusganglienzellen in der Retina, keine Spur von Nervenfasern zeigt. Der Augenblasenstiel setzt sich ebenfalls aus vielen unregelmässigen

Zellenlagen zusammen, und es erfolgt der Uebergang in das einschichtige Pigmentepithel nur ganz allmählich.

In der Stärke ist der Augenblasenstiel sehr zurückgegangen: seine dorsale Wand hat etwa 0,0163 mm in der Dicke, seine ventrale ungefähr ebensoviel; die Höhle besitzt einen maximalen Durchmesser von 0,0126 mm: so dass also die Gesammtstärke des Organs 0.0452 mm beträgt. Seine Länge, gemessen vom proximalen Augenpol bis zum Uebergange in's Gehirn, beträgt 0.3577 mm.

Stadium III (8,5 mm).

Auch bei diesem Stadium ist noch der Augenblasenstiel vorhanden, hat indessen jetzt mannigfache Umbildungen erlitten. Einmal ist seine Wandung nunmehr allenthalben einschichtig geworden. Dann hat er durch das proximale Weiterwandern der foetalen Augenspalte jene bekannte, ihn zu einer ventral und caudal offenen Rinne gestaltende Einstülpung erlitten, infolge deren seine primäre Höhle ganz, oder doch nahezu, verdrängt worden ist. Die Wirkung der die foetale Augenspalte schaffenden andrängenden Bindegewebsmassen hat sich jedoch noch nicht auf den Stiel in seiner ganzen Länge, sondern erst etwa bis in die Mitte seines Verlaufes vom Gehirn zum Auge, bei letzterem anhebend, geltend gemacht. (Taf. VI, Fig. 71.) Die proximale Hälfte des Organs zeigt noch die alte Form einer mit dem Gehirnhohlraume kommunizierenden Röhre, allerdings mit durchweg einschichtiger Wandung.

In den vom Augenblasenstiel eingenommenen Raum hinein hat nun das Einwandern von Nervenfasern, und damit die Umbildung des Stieles zum Sehnerven begonnen. Die von den Opticusganglienzellen ausgesandten Hauptfortsätze haben nämlich in der bereits geschilderten Weise (cfr. Retina) die von ihnen anfänglich eingeschlagene Richtung geändert und sich zu einem Bündel vereinigt, das in der Richtung auf den Augenblasenstiel zu, zunächst die Netzhaut quer durchsetzt. Dasselbe hat da, wo es durch die proximale Grenzschicht der Retina durchtritt, eine Dicke von 0,0286 mm. In dem Abschnitt zwischen Retina und Pigmentepithel gehen die Fasern, welche das Bündel bilden, eine Kreuzung ein (Taf. VI, Fig. 70), dergestalt, dass jede von ihnen ihre bisherige Bahn mit der gegenüberliegenden vertauscht. Es wandern, mit anderen Worten, nunmehr die von dorsal in der Retina gelegenen Opticusganglienzellen stammenden Fasern nach dem ventralen Theile des Bündels und umgekehrt, dann wieder die Fasern, welche von oralen Theilen der Opticusganglienschicht herrühren, nach den caudalen Parthieen des Bündels und umgekehrt, sodass also eine Kreuzung und zwar hier, wie betont werden muss, sämmtlicher Fasern zu Stande kommt.

Im Gebiete dieses „retinalen Chiasma" erleidet das Bündel eine Verminderung seiner Stärke auf 0,0268 mm, um jedoch sogleich wieder beim Passieren des Pigmentepithels eine Dicke von 0,0273 mm zu gewinnen.

Unmittelbar nach Durchtritt durch die Pigmentlamelle finden sich die Opticusfasern in der durch die foetale Augenspalte hervorgerufenen Rinne des Augenblasenstiels, wo sie, sich dicht an die Wand anlegend, durch das ausfüllende lockere Bindegewebe hindurchgewachsen zu sein scheinen. Ein Eindringen in den Augenblasenstiel selbst lässt sich, soweit jene Rinne reicht, nicht konstatieren. Erst nach Aufhören derselben, also etwa in der Mitte zwischen Auge und Gehirn, sieht man die Nervenfasern in geringer Menge — ihre Zahl scheint hier überhaupt stark zurückgegangen zu sein — zwischen den Zellen der ventralen und lateralen Wand des Augenblasenstiels hindurch in dessen Inneres eindringen und dort, also in der primären Höhle, ihren Weg fortsetzen. Eine andere Abtheilung bleibt jedoch dem Augenblasenstiel ventral angelagert und zieht sich zwischen ihm und dem umhüllenden Bindegewebe hin. Die Zahl der Opticusfasern nimmt, je näher dem Gehirn, desto mehr ab, und etwa an der distalen Grenze seines proximalen Drittels lässt sich am, oder im Augenblasenstiel keine mehr nachweisen. Dieser ist von hier an, bis zu seinem Uebergang in die Gehirnwandung absolut frei von Nervenfasern.

Bei der Wichtigkeit dieser Thatsache kann ich jedoch nicht verschweigen, dass mir auf vorliegendem Stadium der absolute, strikte, ich möchte sagen mathematische Beweis für die Richtigkeit meiner Angabe fehlt, so fest ich auch davon überzeugt bin. Der Augenblasenstiel mit Nervenfasern liess sich in meiner Schnittserie ununterbrochen bis etwa auf zwei Drittel des Weges vom Auge zum Gehirn verfolgen. An dieser Stelle jedoch waren 4—5 Schnitte verdorben und hierunter befanden sich gerade diejenigen, welche die letzten Ausläufer der Opticusfasern hätten zeigen müssen. Der nächste guterhaltene Schnitt zeigt dann die Gehirnwandung und von ihr ausgehend einen kleinen Hohlcylinder, der nach Bau und Richtung so vollständig mit dem, auf den vorhergehenden, unverletzten Schnitten ganz zweifellos nachweisbaren proximalsten Stücke des Augenblasenstiels übereinstimmt, dass es für mich keinem Zweifel unterliegt, dass man es dabei mit nichts anderem zu thun hat, als eben dem Gehirnende des Augenblasenstieles. Dieser Abschnitt ist, wie bemerkt, beim vorliegenden Stadium ohne jede Spur von Nervenfasern.

Ein zweiter Embryo von 8,5 mm Länge stand mir nicht zur Verfügung, so dass sich also der Fehler in meinem Präparate nicht ausgleichen liess. Es dürfte indessen die Betrachtung eines der folgenden Stadien klarlegen, ob meine Annahme eine berechtigte war, oder nicht.

Wirkliche, differenzirte Opticusscheiden haben sich noch nicht entwickelt. Es sind indessen die Anfänge dazu vorhanden und zwar, im Verlaufe der ganzen Länge des Sehnerven (resp. Augblasenstiels), in Form von Bindegewebszügen, die, weniger gewellt, und straffer angeordnet, sich, ungefähr parallel zu ihm verlaufend, rings um den Sehnerven angeordnet haben, ganz wie dies schon beim vorigen Stadium sich zeigte.

Stadium IV (10 mm).

Im intrabulbalen Theile des Opticus sind keine Formveränderungen eingetreten; es hat sich lediglich die Anzahl der Nervenfasern vergrössert. Das retinale Chiasma ist auch hier ein vollkommenes, d. h. alle Nervenfasern betheiligen sich dabei.

Extrabulbal findet sich im Zusammenhang mit dorsalen Theilen des Pigmentepithels eine Lage von Zellen des Augenblasenstiels, die jedoch in ihrer Anordnung vielfach gestört und gelockert sind, und auch keine ganz regelmässige Form zeigen.

Die direkte Verbindung des den Opticus direkt umhüllenden Bindegewebes mit den äusseren Parthieen der Augenkapsel ist deutlich.

Eine Verfolgung des Opticusverlaufes gegen das Gehirn hin gestattete der Zustand meiner Präparate für dieses Stadium leider nicht.

Stadium V (11 mm).

Im intraretinalen Theile hat der Opticus insofern eine Veränderung erlitten, als die Kreuzung seiner Fasern jetzt keine vollständige mehr ist. Unmittelbar im Umkreise des Opticusaustrittes liegt in der Retina nämlich eine Anzahl von Opticusganglienzellen, deren Hauptfortsätze die Kreuzung der übrigen nicht mitmachen, sondern, jeder auf der Seite, wo seine Ganglienzelle liegt, verharrend, hinziehen und so die peripherischen Schichten des Sehnerven bilden helfen. Einige von den angeführten Ganglienzellen halten sich in der Netzhaut nicht auf dem gewöhnlichen Niveau der Opticusganglienschicht, sondern scheinen, gleichsam in Begleitung des Opticus, etwas in der Tiefe der Retina, niemals jedoch weiter, als bis in die Nähe der distalen Grenze der inneren Körnerschicht, gerückt.

Der Sehnerv hat, etwa in der Mitte seines Verlaufs durch die Retina, eine Stärke von 0,0182 mm, er verbreitert sich jedoch bereits während seines Durchtritts durch's Pigmentepithel auf 0,0312 mm.

In unmittelbarer Nähe des Bulbus, resp. noch in diesem selbst, lassen sich nur mehr Reste vom Augenblasenstiel constatiren, in Form von einzelnen Zellreihen, oder -Lagen, die, in ihrem Zusammenhang vielfach gestört, den Sehnerven dorsal begleiten (Taf. VI, Fig. 72). Bereits eine kurze Strecke (0,052 mm) vom Auge entfernt zeigt sich jedoch der Augenblasenstiel nur wenig verändert und bietet das Bild des Stadium III (8,5 mm): die untere Wandung ist durch die Einstülpung der foetalen Augenspalte gegen die obere gedrängt; die Nervenfasern ziehen vorwiegend in der Rinne, aber auch in dem Reste der primären Höhle, ja sogar zwischen den Zellen des Augenblasenstieles selbst hin.

In dieser Weise präsentirt sich der letztere bis zu der Stelle seines Durchtritts durch die knorpelige Schädelkapsel. Es hat zwar schon etwas vorher die Wirkung jenes Einstülpungsprozesses auf den Augenblasenstiel aufgehört (Taf. VI, Fig. 74), die Nervenfasern ziehen sich jedoch auch dann noch überwiegend entlang der ventralen Seite des Stieles, der hier ein weit festeres Gefüge und regelmässigeren, ungestörten Bau zeigt.

Während des Durchtrittes des Augenblasenstieles durch den Knorpel der Schädelkapsel sind seine Nervenfasern entschieden bereits weniger zahlreich geworden, wenn auch immerhin noch ein stattliches Bündel davon vorhanden ist; kurz ehe der Augenblasenstiel in das Gehirn übergeht, noch 0,1142 mm von diesem entfernt, hören sie plötzlich ganz auf. (Taf. VI, Fig. 73.)

Von hier ab, bis zum Gehirn und ebenso in der Parthie des letzteren, die den Augenblasenstiel aufnimmt, oder vielmehr, richtiger gesagt, die ihn einst ausgesandt hat, findet sich keine Spur mehr von Nervenfasern.

Meine Schnittpräparate vom vorliegenden Stadium stellen eine lückenlose Serie dar, in welcher der Augenblasenstiel ununterbrochen vom Auge bis zum Gehirn zu verfolgen war und zeigen das geschilderte Verhalten des Sehnerven in deutlichster Weise. Es bestätigt sich also hierdurch das, was ich bereits bei Betrachtung des Stadium III (8,5 mm) constatirt habe, wenn mir auch dort der Umstand, dass einige wenige Schnitte ausgefallen waren, verboten hat, das gefundene Resultat als ein absolut sicheres hinzustellen.

Die Anlage der Opticusscheiden zeigt sich in der Nähe des Bulbus gegen das weiterhin angrenzende Bindegewebe etwas schärfer abgesetzt, auch lässt sich ihr Uebergang in die äusseren Lagen der Augenkapsel nicht verkennen. Im Umkreis der mehr dem Gehirne angenäherten Abschnitte des Sehnerven fehlt häufig die Grenze der Scheiden gegen das Bindegewebe hin, das den Raum zwischen Auge und Schädelwand ausfüllt.

Stadium VI (13 mm).

In seinem Verlaufe durch die Netzhaut hat der Sehnerv wenig Aenderungen erlitten. Er hat jetzt hier eine Dicke von ca. 0,0325 mm. Die Bildung des retinalen Chiasma geht in der für das vorige Stadium beschriebenen Weise vor sich. Es ist jedoch, wie die Zahl der Sehnervenfasern überhaupt, so besonders diejenige der an der Kreuzung unbetheiligten eine grössere geworden. Letztere Erscheinung ist hauptsächlich dadurch zu erklären, dass die in die Tiefe der Retina gedrungenen Opticusganglienzellen ihre Zahl vermehrt haben, sowie ausserdem noch weiter proximalwärts vorgedrungen sind. Sie finden sich jetzt, immer in einfacher Lage dem Sehnerven folgend, bis auf's Niveau des proximalen Randes der inneren Körnerschicht. (Taf. VI, Fig. 76.) Diese Ganglienzellen unterscheiden sich, abgesehen von ihrer Lage, auch noch dadurch von den übrigen Opticusganglienzellen, dass sie nach allen Seiten wohlentwickelte feine Fortsätze aussenden und vermittelst mehrerer derselben in gegenseitige Verbindung treten. Wie diese indessen zu Stande kommt, ob durch direkte Verschmelzung oder nur durch Aneinanderlegen der Ausläufer, also durch Contakt, vermochte ich nicht mit Sicherheit zu entscheiden. Am wahrscheinlichsten scheint es mir, dass beide Arten vorkommen, wobei dann eventuell die letztgenannte eine Vorstufe zur ersteren bilden dürfte.

Von ihrem dem Opticusfaserpol entgegengesetzten Pole senden auch sie einen Hauptfortsatz in die Netzhaut hinein und treten dadurch in Zusammenhang mit einer inneren Ganglienzelle.

Beim Durchtritte durchs Pigmentepithel verliert der Sehnerv erheblich an Stärke, kommt aber extrabulbal dann rasch wieder wenigstens auf 0,0299 mm und zieht sich in dieser Dicke bis in die Nähe der knorpeligen Gehirnkapsel hin.

Reste des Augenblasenstiels finden sich in unmittelbarer Nähe des Bulbus noch in Gestalt weniger rundlicher Zellen, welche, in der Hauptsache auf die dorsale Seite des Opticus beschränkt, sich längs desselben in einfacher, vielfach gestörter Schicht hinziehen. Dieselben verschwinden jedoch bald vollkommen und der Sehnerv setzt seinen Weg ohne jede Andeutung des früheren Leitgebildes bis kurz vor seinem Eintritt in die Schädelkapsel fort. Hier treten zunächst wieder einzelne Zellen auf, die sich rasch zu der Röhre des Augenblasenstiels zusammenfinden, und schon während seines Durchtrittes durch die Knorpelwand der Gehirnkapsel ist der Sehnerv wieder von dem unzerstörten Augenblasenstiel geleitet. Die Nervenfasern ziehen sich dann theils in der Höhle des Gebildes hin, theils sind sie dessen (einschichtigen) Wandungen von Aussen angelagert, und zwar der ventralen in ganz bedeutend grösserer Anzahl, als der dorsalen. (Taf. VI. Fig. 75.) Etwa 0,1277 mm proximal vom inneren Rande der Gehirnkapsel wird der Augenblasenstiel mehrschichtig. Von dieser Grenze aus bis zu seinem Uebergange in's Gehirn selbst sind es noch ca. 0,1947 mm. Die Nervenfasern längs der dorsalen Wand und ebenso diejenigen der Höhle des Stiels reichen nicht bis zu dem angegebenen Punkte, sondern sind schon vorher immer weniger geworden und schliesslich ganz verschwunden. Nur die der ventralen Augenblasenstielwand angelagerten setzen ihren Weg längs der letzteren fort und treten in die Faserschicht des Gehirnes ein, in deren Zügen sie verschwinden.

In der Gegend der Grenze zwischen ein- und mehrschichtigem Bau der Stielwand misst die ganze Anlage, also beide Wände, Höhle und Nervenfaserbündel zusammen: 0,0527 mm in der Dicke.

Die Opticusscheiden sind auf der früheren Entwicklungsstufe stehen geblieben.

Stadium VII (17 mm).

Der Bau des Sehnerven zeigt keine Veränderungen. Er hat intraretinal eine Stärke von 0,0440 mm, und nimmt dann etwas zu, so dass er bei seinem Durchtritt durch die Sclera auf eine Dicke von 0,0455 mm angewachsen ist. Extrabulbal geht er dann rasch auf 0,0403 mm zurück und behält diese Stärke in der Folge bei, soweit wenigstens ich ihn habe verfolgen können. Die Reste des Augenblasenstiels in der Nähe des Bulbus sind vollständig verschwunden. Die Differenzirung der Scheiden hat nach keiner Richtung hin Fortschritte gemacht.

Stadium VIII (19,7 mm).

Auch jetzt hat sich der Opticus in seinem Bau nur insofern verändert, als die Zahl der ihn bildenden Nervenfasern wieder erheblich zugenommen hat. Er besitzt im Gebiete der Netzhaut eine Stärke von 0,0507 mm. Während des Durchtritts durch die Sclera erleidet er eine Einschnürung auf 0,0403 mm, schwillt indessen unmittelbar nachher auf die extrabulbal im Weiteren festgehaltene Stärke von 0,0572 mm an.

Die orale Hälfte des Sehnerven hat in seinem zwischen Retina und Pigmentepithel hinziehenden Abschnitt einen, allerdings sehr unregelmässigen, durch Lücken unterbrochenen, einschichtigen Belag von Zellen, die in Nichts von den äusseren Körnerzellen verschieden sind. Sie bilden um den Opticus eine Art von Rinne, die mit der äusseren Körnerschicht in direktem Zusammenhange steht. Vom Pigmentepithel hält sich deren proximales Ende stets etwas entfernt.

Die Bindegewebshülle des Sehnerven ist jetzt deutlicher ausgesprochen. Man kann bereits zwei getrennte Lagen unterscheiden: eine innere 0,0044 mm starke, und eine äussere von 0,0079 mm Dicke. Die innere besteht aus sehr feinen Faserzügen, die sich enge aneinanderlegen und nur ganz kleine, schmale Kernchen, in ziemlich geringer Menge, einschliessen. Die äussere Hülle, die sich von der inneren stets scharf abhebt, setzt sich aus gröberen, loser geschichteten und ziemlich welligen Gewebszügen zusammen. In ihr finden sich reichliche, grosse Kerne, von länglich spindelförmiger Gestalt, die häufig entsprechend den Wellenzügen der Fasern gekrümmt sind. Gegen das Bindegewebe der Umgebung ist diese äussere Scheidenanlage meistens abgesetzt: niemals sehr scharf, aber doch immerhin so, dass der Unterschied deutlich ist. Stellenweise fehlt dann freilich jede feste Grenze, und das Gewebe der äusseren Sehnervenhülle geht ganz allmählich in das Bindegewebe über.

Beide Scheidenanlagen stehen mit der *Sclero-Chorioidea* in ununterbrochenem Zusammenhang.

Stadium IX (22,3 mm).

Ueber den feineren Bau des Opticus ist nicht viel Neues zu bemerken. Er hat abermals seine Fasern erheblich vermehrt, doch sind dieselben, wenigstens im intrabulbalen Verlaufe, enger aneinander gedrängt, sodass eine Stärkezunahme des Sehnerven dadurch nicht bewirkt worden ist. Er misst intraretinal 0,0442 mm, geht während seines Durchzuges durch die Sclera auf 0,0364 mm herunter, wächst aber sofort nach Verlassen des Bulbus auf 0,0520 mm Dicke an, die er dann auch in seinem weiteren Verlaufe beibehält.

Die Reste des Augenblasenstieles sind extrabulbal nunmehr gänzlich verschwunden. Von der für's letzte Stadium beschriebenen, die orale Hälfte des Opticus zwischen Netzhaut und Pigmentepithel rinnenförmig umschliessenden Zellenlage finden sich hier nur wenige Spuren in Gestalt einzelner, dem Sehnerven an der genannten Stelle anlagernder Zellen.

Die Opticusscheiden sind jetzt ganz deutlich, sowohl von dem Bindegewebe der Umgebung, als von einander zu trennen. Die äussere ist im Allgemeinen 0,0221 mm dick und besteht aus lockeren Bindegewebszügen mit ovalen Kernen, die meist tangential zur Fläche des Sehnerven verlaufen, gelegentlich aber auch einmal eine andere Richtung haben können. Die innere Scheide ist nur 0,0026 mm mächtig und setzt sich aus wenigen, feinen, engegedrängten Zügen zusammen, die kleine, schmale, zur Opticusaussenfläche immer tangential gestellte Kernchen führen.

Stadium X (27,5 mm).

Abgesehen von einer sehr bedeutenden Vermehrung seiner Fasern und infolgedessen grosser Stärkezunahme zeigt der Opticus bei diesem Stadium keine Veränderung gegenüber dem letzten. Die neu hinzugekommenen Nervenfasern entstammen ausschliesslich solchen Opticusganglienzellen, welche auf der Innenfläche der Netzhaut ihren Platz haben, betheiligen sich also sämmtlich an der Bildung des retinalen Chiasma. Die im Sehnerv peripherisch verlaufenden Fasern, welche die Kreuzung nicht mitmachen, haben keine Vermehrung erfahren. Der N. opticus misst, während er durch die Netzhaut hinzieht ca. 0,0715 mm; beim Durchtritt durch die Sclera geht er auf 0,0650 mm zurück und behält diese Stärke auch in seinem extrabulbalen Verlaufe.

Stadium XI (32 mm).

Der Sehnerv dieses Auges ist erheblich schwächer, er misst intraretinal nur 0,0585; während seines Weges durch die Sclera, sowie ausserhalb des Augapfels 0,039 mm. Die in der Tiefe der Netzhaut liegenden Opticusganglienzellen, welche die peripherischen Fasern des Sehnerven liefern, haben eine bedeutende Vermehrung erfahren und sind jetzt bis ins Niveau des proximalen Randes der inneren Körnerschicht zu verfolgen. Infolgedessen sind die Nervenfasern, welche die Kreuzung nicht mit eingehen, erheblich zahlreicher geworden.

Innere und äussere, piale und durale Opticusscheide sind scharf gegeneinander abgegrenzt. Ebenso hat die durale mit dem umliegenden Bindegewebe jeden Zusammenhang verloren. Ihre Verbindung mit der Sclera ist deutlich.

Das erwachsene Thier. (Taf. VI, Fig. 77.)

In seinem inneren Aufbau zeigt der Sehnerv gegenüber dem letzten Stadium fast keine Veränderung. Seine Grössenverhältnisse sind indessen andere. Während bei den Embryonalstadien die Stärke, von einzelnen, nicht zu weit gehenden Schwankungen abgesehen, für dieselbe Entwicklungsstufe annähernd immer dieselbe war, zeigt der Opticus des erwachsenen Maulwurfs in dieser Hinsicht die grösste Mannigfaltigkeit. Seine Dicke, gemessen etwa in der Mitte des intraretinalen Verlaufes, schwankt zwischen Extremen von 0,0389 und 0,0708 mm. seine durchschnittliche Stärke beträgt etwa 0,0561 mm. Ein Vergleich der Opticusstärke im Verlauf des Nerven durch die Retina mit der Augenhöhe ergiebt sehr verschiedenartige Verhältnisszahlen, z. B. 1 : 13.59, 1 : 17,17, 1 : 15,47, 1 : 11.77, im Durchschnitt etwa 1 : 14,64. Bedenkt man, dass dasselbe Verhältniss bei den nächst vorhergegangenen Embryonalstadien für Stadium XI (32 mm) 1 : 9.44, für Stadium X (27,5 mm) 1 : 8.76 betrug, so ergibt sich für den Sehnerven des erwachsenen Maulwurfs in seinem intraretinalen Abschnitt eine recht erhebliche verhältnissmässige Stärkenabnahme.

Bei seinem Durchtritt durch die Chorioidea und Sclera verliert nun der Opticus in den meisten Fällen etwas an Stärke; freilich nicht immer: gelegentlich kommt es sogar vor, dass er gegenüber seiner intraretinalen Dicke noch etwas zunimmt, doch ist dies eine seltene Ausnahme. Er hat an der bezeichneten Stelle eine Mächtigkeit, die zwischen 0,0260 und 0,0672 mm schwankt, im Durchschnitt ist er etwa 0,0469 mm stark. Verglichen mit der Bulbushöhe ergeben sich Verhältnisse von 1 : 23,2, 1 : 18,11, 1 : 17,33, 1 : 12,54, 1 : 11,1 etc., im Durchschnitt etwa 1 : 16,02. Bei den vorher zum Vergleich herangezogenen höchstentwickelten Embryonalstadien X (27,5 mm) und XI (32 mm) stellt sich dies Verhältniss nun aber auf 1 : 9,64 resp. 1 : 14,16, es zeigt sich also auch an dieser Stelle eine nicht unbedeutende Stärkeabnahme des Opticus beim erwachsenen Thiere.

Was nun vollends die Dicke des extrabulbalen Sehnerven betrifft, so treten in dieser Beziehung noch bedeutendere Schwankungen zu Tage. Im Allgemeinen gilt zwar als Regel, dass der Opticus nach Verlassen des Augapfels sofort wieder dicker wird und die dann gewonnene Stärke bis zu seinem Eintritte ins Gehirn beibehält. Der Grad dieser Zunahme ist aber ein sehr verschiedener. Neben Augen, deren Opticus extrabulbal fast das Doppelte seiner intrascleroticalen Stärke gewinnt (0,105 nach 0,0672, oder sogar 0,0991 nach 0,0495 mm), kommen häufig solche vor, in denen die Verstärkung nur ganz unbedeutend ist (0,0672 nach 0,0527, oder 0,0495 nach 0,0336 mm), ja es fehlt auch nicht an Fällen, in welchen nicht nur keine Verdickung, sondern sogar eine Abnahme eintritt (0,0389 nach 0,0495 oder 0,0602 nach 0,0672 mm), oder in welchen extrabulbale und intrascleroticale Stärke sich gleichbleiben (z. B. beiderseits 0,0495 mm).

Ist nun auch, wie aus dem Gesagten hervorgeht, der Opticus im Verhältniss zur Grössenzunahme des Auges nicht stärker, sondern erheblich schwächer geworden, so hat trotzdem eine sehr bedeutende Vermehrung seiner Fasern stattgefunden, die nunmehr erheblich enger gelagert sind und den Sehnerven so zu einem viel solideren, festeren Gebilde machen, als irgend ein Embryonalstadium aufweisen konnte. Auch die peripherischen, an dem retinalen Chiasma unbetheiligten Fasern sind wieder zahlreicher geworden, da sich die Ganglienzellen, von denen sie ausgehen, ebenfalls vermehrt und enger gelagert haben, auch noch etwas mehr in die Tiefe der Retina gedrungen sind, wo sie sich jetzt bis ins Niveau der Zwischenganglienzellen verfolgen lassen. Die am meisten proximalwärts vorgeschrittenen von ihnen stehen dann durch einen Fortsatz nicht mehr mit inneren, sondern direkt mit äusseren Ganglienzellen im Zusammenhang.

Auch beim erwachsenen Thiere lassen sich nicht selten die um den Sehnerven auf der kurzen Strecke seines Verlaufes zwischen Sehzellschicht und Pigmentepithel angeordneten Zellen constatieren. Dieselben stimmen mit den äusseren Körnerzellen in jeder Beziehung überein. Sie liegen dem Opticus in dem bezeichneten Abschnitte an seiner dorsalen und oralen Fläche dicht an, in einfacher, ziemlich regelmässiger Lage, die sich an die äussere Körnerschicht einerseits und an das Pigmentepithel andrerseits unmittelbar anschliesst. In vielen Fällen fehlt von ihnen dann wieder jede Spur; zuweilen finden sie sich nur in vereinzelten Exemplaren an der dorsalen Opticusfläche.

Die Opticusscheiden sind jetzt immer deutlich ausgebildet. Die äussere, die Duralscheide, besteht aus vielen, feinen Faserzügen, die sehr enge gelagert um den Sehnerven angeordnet sind. Sie führen zahlreiche kleine Kernchen, von meist spindelförmiger, selten rundlich-ovaler Gestalt. Die Dura steht immer in deutlichem, ununterbrochenem Zusammenhange mit den äusseren Parthieen der Sclera, niemals aber, wo eine solche vorhanden ist, mit der Lamina fusca. Die Stärke der Duralscheide des Opticus ist eine sehr verschiedene, sie schwankt zwischen 0,006 und 0,013 mm.

Die innere, piale, Opticusscheide ist immer viel dünner. Sie setzt sich aus nur wenigen, ganz feinen Faserzügen zusammen, die sehr enge aneinandergepresst sind und der Haut oft fast das Ansehen einer Membran geben. Kerne führt sie in ihrem Innern niemals, nur gelegentlich finden sich ihr auf der äusseren und, seltener, inneren Fläche einzelne ganz schmale und kleine Kernchen angelagert. Ihre Dicke schwankt zwischen 0,0019 und 0,003 mm. Die piale Scheide setzt sich nicht in die Sclera fort, lässt sich vielmehr stets bis an die innersten Schichten der Chorioidea verfolgen, in denen sie aufzugehen scheint. Ob sie sich vielleicht mit der Zwischenmembran vereinigt, wie ich dies für andere Augen (cfr. den ersten Theil dieser Arbeit) habe konstatieren können, konnte ich hier nicht entscheiden, da in der Gegend des Opticusaustritts im Auge des erwachsenen Maulwurfs das Pigment des Pigmentepithels stets die nächstgelegenen Theile der Chorioidea, also auch einer ev. Zwischenmembran, vollständig verdeckt.[1])

Zusammenfassung.

Auf den frühesten Stufen existiert noch kein Sehnerv. Die Stelle, die er später einnimmt, wird durch den Augenblasenstiel ausgefüllt. Sobald aber im Verlauf der Retinaentwicklung an ihrem innersten Rande die Opticusganglienzellen aufgetreten sind, beginnt auch die Anlage des N. opticus. Die Distalausläufer dieser Zellen laufen nemlich, wie beschrieben wurde, zunächst in mehr oder weniger regelmässiger Schicht längs dem inneren Netzhautrande nach dem Augenhintergrunde hin, biegen, etwas dorsal von diesem, proximalwärts um und treten in die Retina ein, die sie in der Richtung auf den Augenblasenstiel hin durchsetzen. Diese Umbiegung geht nun aber nicht unter scharfem, rechtem Winkel vor sich, sondern die Fasern halten immer noch etwas an ihrer alten Richtung fest; infolgedessen durchziehen sie die Netzhaut nicht parallel zu einander, sondern es werden die aus der dorsalen Retina kommenden etwas ventralwärts und umgekehrt, ebenso die aus der oralen Retina abstammenden caudalwärts und umgekehrt von dem senkrecht zur Retina verlaufenden Wege durch diese Haut abgelenkt und gehen daher in deren Innerem eine gegenseitige Kreuzung ein. Erst dann werden sie allmählich, wahrscheinlich infolge des Widerstandes, den ihrem weiteren Vordringen in der alten Richtung die engegelagerten Retinaelemente entgegensetzen, vollends in die Direktion nach dem Augenblasenstiele gedrängt.

---

[1]) Leider giebt es, soweit meine Kenntniss reicht, kein Mittel zur Entfernung des Pigments. Alle die Methoden, die Grenacher, Parker u. A. zu diesem Zwecke bei den Augen Wirbelloser gute Dienste geleistet haben, versagen bei einer Anwendung auf die Augen von Wirbelthieren vollständig.

An dieser Kreuzung, dem *Chiasma Nervi optici*, betheiligen sich also zunächst sämmtliche Opticusfasern. Sie setzen dann, immer dem Augenblasenstiel als Leiter folgend, ihren Weg nach dem Gehirne fort, doch ziehen sie sich dabei nur zu einem kleinen Theile in der Höhle des Augenblasenstieles hin; meist sind sie diesem von Aussen, besonders ventral, angelagert, finden sich aber, von Anfang an, auch in einzelnen Exemplaren zwischen den Zellen seiner Wandungen. Schliesslich treten sie nach Durchtritt durch die Gehirnkapsel, in das Gehirn ein.

Inzwischen sind in der Retina zunächst einzelne, dann bald mehr und mehr Opticusganglienzellen, dem Sehnerven folgend, in die Tiefe getreten. Sie bilden dort eine einfache Lage rings um den Opticus und senden ihre Hauptausläufer nun ebenfalls, parallel zu ihm, nach dem Gehirn. Diese Fasern nehmen an der Kreuzung aber nicht Theil, sondern ziehen sich, auf der Seite, wo ihre Zelle sich befindet, verharrend, durch die Netzhaut hin, so die äussersten Schichten des Sehnerven bildend. Solcher Fasern sind es anfangs nur ganz wenige, im Verlaufe der Entwicklung nehmen sie an Zahl etwas zu, werden aber niemals auch nur entfernt so häufig, wie die anderen, der Kreuzung unterliegenden, von denen sie im allerhöchsten Fall den zehnten Theil ausmachen mögen.

Es ziehen sich also die Opticusfasern, wie bei Beschreibung der einzelnen Stadien näher dargelegt wurde, vom Auge nach dem Gehirn hin, wachsen also centripetal, nicht, wie früher angenommen wurde, centrifugal. Man darf daher füglich beim Auge nicht, wie bisher üblich war, von einem Opticuseintritt sprechen, da es sich ja im Gegentheil um einen Opticusaustritt[1]) handelt. Dass neben den centripetal fortwachsenden, sensiblen Nervenfasern im Opticus auch centrifugal verlaufende motorische vorkommen, muss ich auf Grund meiner Untersuchungen für den Maulwurf entschieden bestreiten, daraus soll aber keineswegs folgen, dass ich im Allgemeinen, für normale Augen, die Existenz solcher Fasern, die von Stöhr vermuthet, von Engelmann, van Genderen-Stort u. A. behauptet wurde, leugnen will. Man kann vielmehr sehr wohl annehmen, dass motorische Nervenfasern dem Sehnerven der Wirbelthiere zukommen, aber im Maulwurfsauge (und anderen ihm in dieser Hinsicht gleichstehenden Sehorganen) noch nicht zur Ausbildung gelangt waren, weil dieses Auge, wenigstens in Bezug auf Retina und Opticus, auf einer Stufe stehen geblieben ist, auf welcher die Bildung der motorischen Opticusfasern noch nicht begonnen hatte.

Während der Entwicklung des Sehnerven geht der Augenblasenstiel allmählich zu Grunde. Am längsten halten sich noch einzelne Zellen an seinem proximalen und an seinem distalen Ende, also am Gehirn und am Auge. Doch verschwinden sie auch hier bald vollständig.

Der Augenblasenstiel, und nach dessen Resorption der Sehnerv, wird von Bindegewebsmassen umhüllt, die anfangs sehr lose und unregelmässig angeordnet sind, bald aber eine ziemlich feste Kapsel bilden. Aus dieser entstehen dann, durch Abspaltung der innersten Parthieen von den äusseren, die beiden Scheiden.

---

[1]) Diese Bezeichnung ist neuerdings in Aufnahme gekommen. Merkwürdigerweise findet man aber noch bei neueren Forschern, die das centripetale Wachsthum der Opticusfasern anerkennen, trotzdem noch das Wort „Opticuseintritt". Der Nachweis des centripetalen Wachsthums hat für Selachier-Embryonen Froriep geliefert.

(Ueber die Entwicklung des Sehnerven, in: Anatom. Anzeiger: VI. 6. 1891, p. 155 ff.)

Die Blutversorgung.

Stadium I (4,5 mm).

Blut findet sich auf dieser Stufe nur im Glaskörper, hier aber ziemlich reichlich, vor Allem in dem durch die foetale Augenspalte eingedrungenen Bindegewebe. In diesem lässt sich ein starkes Gefäss, etwa von der Gegend der distalen Grenze der Retina bis zum proximalen Linsenpol verfolgen: augenscheinlich die *Arteria centralis Retinae*.

Eine Gefässausbreitung im Umkreis der Linse ist nicht nachzuweisen, ebensowenig treten Gefässstämme in die Netzhaut ein. Weiterhin findet sich in dem zwischen Linse und Augenbecherrand eindringenden Bindegewebe häufig ein kleineres Gefäss, ganz in der Nähe der Irisanlage. Seinen weiteren Verlauf festzustellen, also vor allem nachzuweisen, ob es sich in den Glaskörper selbst hineinerstreckt, wollte mir jedoch nicht gelingen.

Stadium II (6,7 mm).

Es finden sich Gefässe vor Allem in dem Bindegewebe, welches durch die foetale Augenspalte in den Bulbus eindringt. Ein starkes Gefäss *(Arteria centralis)* ist hier schon eine Strecke vor seinem Eintritt zu konstatieren und bis an den proximalen Linsenpol zu verfolgen, wo es sich in zahlreiche Verästelungen auflöst, die einerseits die ganze Linse umspinnen, andrerseits, von da scharf umbiegend, die gesammte Glaskörperanlage durchsetzen, jedoch nicht in die Netzhaut eindringen. Auch die Bindegewebsfaserschicht der letzteren ist ganz frei von Blut, darf also keinesfalls etwa als besondere *Tunica vasculosa Retinae* aufgefasst werden.

Kurz vor dem Durchtritt durch das Pigmentepithel giebt der grosse Gefässstamm Seitenzweige ab, welche in die den Bulbus direkt umgebenden Bindegewebslagen eindringen. Ausserdem zeigen auch die, durch die Augenbecheröffnung ins Innere hinein kommenden Bindegewebsmassen schwache Spuren von Blut, vor Allem findet sich in ihnen stets in der Gegend des Augenbecherrandes, und zwar dorsal, wie ventral, ein kleines Gefäss. (Taf. II, Fig. 21.)

Stadium III (8,5 mm).

Die Arteria centralis tritt, deutlich nachweisbar, mit dem die foetale Augenspalte füllenden Bindegewebe in das Auge ein, zieht durch den Glaskörper hin und verzweigt sich im Umkreis der proximalen Linsenfläche (Taf. I, Fig. 1). Die kleinen Gefässäste halten sich jedoch stets diesseits der Membrana hyaloidea, resp. von deren Anlage. Sie finden sich gelegentlich an dieselbe scheinbar angepresst, so dass die Membran eine Ausbuchtung gegen die Linse hin erleidet, niemals jedoch treten Blutgefässe in die Membrana hyaloidea hinein, dieselbe ist also, wie ganz deutlich erkennbar, nicht selbst blutführend. Die feinen Gefässverzweigungen scheinen sich, vom hinteren Linsenrande unter scharfem Winkel umbiegend, der Retina zuzuwenden, doch gestatten mir meine Präparate nicht, dies mit Sicherheit zu behaupten. Jedenfalls tritt niemals ein Gefäss in die Netzhaut ein.

Parallel mit der extrabulbalen *Arteria centralis*, ventral von dieser gelegen zieht sich ein weiteres, starkes Gefäss gegen das Auge hin. Dasselbe biegt, kurz vor Erreichung der Augenkapsel, ventralwärts um, lösst sich in feine Verästelungen auf und schiebt sich, in Begleitung reichlichen perivasculären Bindegewebes, zwischen Augenkapsel und Pigmentepithel hinein, so die erste Anlage einer *Chorioidea* bildend. Sonst findet sich im Auge des vorliegenden Stadiums kein Blut.

Stadium IV (10 mm).

Zeigt in Bezug auf Vascularisierung des Auges nichts Neues.

Stadium V (11 mm).

Die *Arteria centralis Retinae* zieht gegen den hinteren Linsenrand hin und verästelt sich dort in hohem Grade. Sie umspinnt die Linse distalwärts bis über ihren Aequator hinaus, hält sich jedoch immer diesseits der *Membrana hyaloidea* (Taf. II, Fig. 25). Die Verzweigungen erscheinen an letztere dabei oft so fest angepresst, dass dieselbe gegen die Linse hin kleine Ausbuchtungen erleidet, niemals treten sie jedoch ins Innere der als *Membrana hyaloidea* bezeichneten Gewebsschicht, die also selbst niemals blutführend ist (Taf. I, Fig. 2).

Die Verästelungen der *Arteria centralis* biegen an der *Membrana hyaloidea* theilweise scharf nach rückwärts um und durchziehen den Glaskörper, in dem sie sich bis gegen die Limitans interna hin verfolgen lassen. Niemals durchbrechen sie jedoch diese.

Sonst findet sich Blut nur, wie bemerkt, in den inneren Parthieen der Augenkapsel, sowie, damit in Zusammenhang, in der Anlage der Membrana Descemetii.

Die Netzhaut ist stets absolut blutleer. Auch die in Anlage begriffene Granulosa interna, sowie die der Retina im Augenhintergrunde distal aufgelagerte Bindegewebsschicht (cfr. Retina) zeigen niemals eine Spur von Gefässen.

Stadium VI (13 mm).

Von der an der proximalen Linsenfläche auftretenden Gefässausbreitung, die sich aus den Verzweigungen der Arteria centralis Retinae gebildet hat, hatte sich schon bei den vorigen Stadien eine Anzahl Aeste gegen die Retina hin umgebogen und den Glaskörper durchzogen, ohne jedoch in die Netzhaut einzudringen. Die Zahl dieser Gefässstämmchen hat sich jetzt bedeutend vermehrt; sie nehmen alle, unter reichlicher Abgabe feiner Seitenzweige, ihren Weg durch den Glaskörper nach der Retina, durchbrechen alsdann, ohne indessen eine Gefässausbreitung im peripherischen Glaskörper zu bilden, die Membrana limitans interna und treten so in die Netzhaut ein, die sie, ebenfalls unter Abgabe von Seitenästchen, bis etwa zur distalen Grenze der äusseren Körnerschicht durchsetzen.

Auf diese Weise vollzieht sich die Vascularisation des grössten Theiles der Netzhaut, keineswegs jedoch der gesammten. Ausgenommen sind dabei die retinalen Parthieen der Irisanlage, sowie die dem Sehnerven unmittelbar angrenzenden Theile und zwar in einem Umkreis um den ersteren, der der Ausdehnung jener, für das vorliegende Stadium oben beschriebenen Anlage einer Granulosa interna genau entspricht.

Für diese letzteren Netzhautparthieen vollzieht sich die Blutversorgung von der Chorioidea her. Es geht nämlich von dieser ein ziemlich starkes Gefäss aus, welches, der dorsalen Fläche des intraretinalen Opticus parallel verlaufend, die Netzhaut bis zum Niveau der Granulosa interna quer durchzieht und sich hier in zahlreiche feine Aestchen auflöst, die in die letztere eintreten, hier proximalwärts scharf umbiegen und, ebenfalls mit reichlichen Seitenzweigen, die Netzhaut von Innen nach Aussen durchlaufen, wo auch sie bis in die Gegend der Zwischenganglienzellen nachweisbar sind. Nach Innen von der Granulosa interna, also distalwärts, werden keine Zweige abgegeben. (Taf. I, Fig. 3.)

Die pars retinalis Iridis wird ebenfalls von der Chorioidea aus versorgt. Es zieht sich zu diesem Zwecke ein kleines Gefäss aus derselben um den Augenbecherrand herum (gelegentlich, wie mir scheint, noch zwichen Zellen des Pigmentepithels hindurch) und in das innere Blatt der Irisanlage hinein, um sich dort in feine Verästelungen aufzulösen. Derselbe kleine Gefässstamm giebt schon vor seinem Umbiegen einen Seitenzweig, ab, der in die Anlage der Membrana Descemetii hinein sich erstreckt.

Im Uebrigen finden sich Gefässe nur noch in den innersten Lagen der Sclero-Chorioidea.

Stadium VII (17 mm).

Die Glaskörpergefässe durchbrechen jetzt in grösserer Anzahl die Membrana limitans interna, um in die Retina einzudringen, in welcher ich sie bis zur proximalen Grenze der inneren Körnerschicht habe verfolgen können.

Die dem Opticusaustritt benachbarten Theile der Netzhaut werden von diesen Glaskörpergefässen nicht berührt; die Ernährung geschieht auch hier lediglich durch die Gefässe der Granulosa interna. Während aber diese Schicht selbst sich beim vorliegenden Stadium über die ganze Retina hin ausgedehnt hat, sind ihre Gefässe auf den kleinen Raum im Umkreise des Sehnerven, auf dem sie schon beim vorigen Stadium zu finden waren, beschränkt geblieben. Von hier aus dringen ihre feinen Verästelungen in die Tiefe der Netzhaut, aber, wie schon oben gezeigt, nur proximalwärts.

Dem freien Irisrande entlang zieht sich, in ein starkes Polster eingehüllt, ein grosses Ringgefäss. (Taf. II, Fig. 26.)

Ausserdem finden sich noch zahlreiche Blutgefässe in der Chorioidea und, im Zusammenhang damit, im bindegewebigen Theile der Irisanlage, sowie in der Membrana Descemetii.

Auch die Sclera führt etwas Blut, und ebenso zeigen sich reichliche Gefässe in der Nähe der Augendrüsen, sowie in den Augenlidern.

Stadium VIII (19,7 mm) und Stadium IX (22,3 mm).

In Bezug auf die Vascularisation des Auges fast keine Fortschritte. Bei beiden Stadien sind die kleineren Gefässe der Membrana Descemetii viel seltener geworden, augenscheinlich stark in der Rückbildung begriffen.

Stadium X (27,5 mm).

Die Blutversorgung der Netzhaut vollzieht sich auch hier fast ausschliesslich von den Glaskörpergefässen aus. Es ist dabei jedoch insofern eine Aenderung eingetreten, als diese von der Gefässausbreitung im Umkreise der proximalen Linsenfläche aus nicht mehr direkt in die Retina eindringen, sondern jetzt, nachdem sie den Glaskörper quer durchzogen haben, längs der Membrana limitans interna, aber stets distal davon, eine zweite Gefässausbreitung bilden. Erst von dieser gehen dann Stämme aus, welche die Limitans durchbrechen und in die Netzhaut eintreten, in der sie sich bis in die innere Körnerschicht hinein verfolgen lassen.

Wie bei früheren Stadien, so werden aber auch hier die dem intraretinalen Sehnerven unmittelbar benachbarten Theile der Netzhaut von den vitrealen Gefässen nicht mitversorgt. Diese Parthieen vascularisieren sich von der Chorioidea aus und zwar durch das bereits oben beschriebene Gefäss, das parallel der Art. centr. hinzieht und, unter rechtem Winkel umbiegend, Aeste in die angrenzenden Abschnitte der Granulosa interna hineinsendet, durch deren Weiterverzweigung dann noch die entsprechenden Theile der inneren Körnerschicht ihr Blut erhalten.

Dieses Gefäss, das früher auschliesslich für die Granulosa interna bestimmt schien, schickt indessen jetzt einen weiteren starken Ast ab, der die ursprüngliche Richtung, parallel zur Centralarterie, beibehält und sich, aber ohne jede Verästelung, in die zwischen eigentlicher Retina und limitans interna eingeschobene Bindegewebsschicht hinein verfolgen lässt.

Was die Blutversorgung der übrigen Theile des Auges betrifft, so wurde darüber in den einzelnen Abschnitten bereits gesprochen.

Stadium XI (32 mm).

Die Glaskörpergefässe sind jetzt viel seltener geworden. Die distal von der Membrana limitans interna gelegene peripherische Gefässausbreitung im Glaskörper scheint zwar noch allenthalben vorhanden zu sein, die von ihr aus in die Retina hineingesandten Stämme sind aber an Zahl sehr zurückgegangen, und zwar tritt diese Erscheinung besonders in der proximalen Augenhälfte, viel weniger in den dem distalen Augenpole mehr genäherten Netzhautparthieen zu Tage. (Taf. I, Fig. 5.)

Ihre Stelle vertritt jetzt ein ganz neues Gefässsystem, dessen erste Anlage freilich schon bei den letzten Stadien zu erkennen war. Das der Chorioidea entstammende Gefäss nämlich, das auf früheren Entwicklungsstufen lediglich die Vascularisierung eines kleinen Theiles der Retina besorgte, ist nunmehr in die Bindegewebsschichte zwischen Opticusfaserschicht und Limitans interna hineingewachsen, hat sich dort in zahlreichen Verästelungen ausgebreitet und sendet in die Retina hinein eine Menge kleiner Stämme, die sich, neben den Resten des älteren Gefässsystems, ebenfalls bis in die innere Körnerschicht verfolgen lassen. Von jener direkten Vascularisierung der Granulosa interna konnte ich beim vorliegenden Stadium keine Spur mehr entdecken, sie scheint demnach gänzlich in Wegfall gekommen zu sein. Die Gefässausbreitung in jener Bindegewebsschicht, die man von jetzt ab als Tunica vasculosa Retinae bezeichnen mag, findet sich übrigens noch nicht im gesammten Gebiete dieser Schicht, geht vielmehr niemals über das Niveau des Augenäquators distalwärts hinaus.

Die Iris ist ziemlich reich an kleineren Gefässen, die, aus der Chorioidea stammend, über den freien Rand der Regenbogenhaut hinüber in die retinalen Parthieen dieses Augentheiles hineinwachsen. Sie finden sich in einzelnen Ausläufern noch im Gebiete des (retinalen) Ciliarkörpers.

Die Cornea propria zeigt uns in ihren Randparthieen schwache Gefässschlingen, ihre im Umkreise der Augenachse gelegenen Theile scheinen stets absolut blutleer. Die Sclera führt ganz selten einzelne, sehr kleine Blutgefässe.

Das erwachsene Thier.

Die Arteria centralis, oder hyaloidea tritt an die proximale Linsenfläche und bildet dort, stets proximal an der Membrana hyaloidea verharrend, eine Gefässausbreitung. Von dieser gehen kleine, nicht sehr zahlreiche Stämmchen nach rückwärts in den Glaskörper hinein. Sie dringen aber in diesem nur ganz wenig vor: von einem Erreichen der Netzhaut, geschweige denn einer der inneren Retinafläche folgenden peripherischen Gefässausbreitung im Glaskörper, oder gar einem Eindringen vitrealer Gefässe in die Netzhaut, ist in keinem Falle die Rede.

Die Gefässausbreitung der Tunica vasculosa Retinae ist bis an die Ora serrata vorgedrungen; von hier aus wird nun die ganze eigentliche Netzhaut versorgt. Die Gefässe dringen senkrecht in die Tiefe der letzteren, unter Abgabe reichlicher Seitenzweige. In der Granulosa externa, und zwar nahe von der distalen Grenze derselben, kommt es zu einer horizontalen Gefässausbreitung, von welcher kleine Gefässschlingen in die äussere Körnerschicht hineingesandt werden. Dieselben lassen sich in dieser gelegentlich noch im Gebiet der Zwischenganglienzellen, niemals jedoch zwischen den Kornzellen antreffen. (Taf. I, Fig. 6.)

Die Blutversorgung von Iris und Ciliarkörper ist dieselbe, wie bei den hochentwickelten Embryonalstadien.

Die Gefässe der Cornea propria sind noch etwas seltener geworden und nunmehr auf die äussersten Randparthieen dieser Haut beschränkt.

Zusammenfassung.

Mit dem Bindegewebe der foetalen Augenspalte tritt ein starkes Gefäss, die Arteria centralis oder hyaloidea, ins Innere des Bulbus. Dasselbe zieht sich, ohne Abgabe von Seitenästen, nach der Linse hin, löst sich dort in zahlreiche Verzweigungen auf und umspannt zu einer Zeit, wo eine Membrana hyaloidea noch nicht angelegt ist, jenes Organ in seinem ganzen Umfange, auf diese Weise mit ihrem Perivasculärgewebe die embryonale Tunica vasculosa lentis bildend.

Mit Ausnahme der den Glaskörper distal abschliessenden Membrana hyaloidea, verfällt diese embryonale Gefässhaut der Linse dem Untergange, und die Verzweigungen der Centralarterie finden sich von jetzt ab ausschliesslich proximal von jener Membran; sie umspinnen die proximale Linsenfläche immer noch, jedoch nur soweit, als die Membrana hyaloidea dies zulässt.

Von der Gefässausbreitung in der Linsengegend beginnen dann zunächst einzelne, bald mehrere Aestchen sich wieder nach rückwärts, also proximalwärts, umzubiegen. Immer zahlreicher werdend, durchwachsen sie unter Abgabe von Verzweigungen allmählich den ganzen Glaskörper und dringen endlich, mit Durchbrechung der bereits fertigen Membrana limitans interna, in die Retina ein, die sie bis an die Grenze der äusseren Körnerschicht hin durchsetzen. Die von der Linse herkommenden Aeste werden immer häufiger und es bildet sich eine dem distalen Rande der Retina parallel, distal von der limitans interna verlaufende peripherische Gefässausbreitung im Glaskörper, von der aus dann die Gefässe in die Netzhaut eindringen.

Während dieser Vorgänge hat sich von der Chorioidea her ein Gefässstamm, dorsal vom intraretinalen Sehnerven und parallel zu diesem verlaufend, in die Retina hineingezogen. Von demselben werden zunächst durch rechtwinklig abgesandte Seitenzweige die dem Opticus angrenzenden Parthieen der in Entstehung begriffenen Granulosa interna, sowie weiterhin die proximal von dieser gelegenen Retinatheile versorgt. Dann wächst sie in der alten Richtung weiter in die zwischen Opticus-, resp. Bindegewebsfaserschicht und limitans interna von der Centralarterie aus gebildete Bindegewebsschicht hinein und breitet sich in dieser unter reichlicher Verästelung aus. Es entsteht so die Vascularisation der Tunica vasculosa Retinae. Von dieser aus dringen nun ebenfalls zahlreiche Aeste in die Retina ein. Sie durchziehen sie unter weitgehender Verzweigung bis in die distalen Parthieen der Granulosa externa. Dort bildet sich abermals eine flächenhafte Gefässausbreitung, von welcher aus zahlreiche Gefässschlingen in die äussere Körnerschicht, etwa bis ins Gebiet der Zwischenganglienzellen, geschickt werden. In demselben Maſse wie das neue Gefässsystem in der Netzhaut sich ausbreitet, tritt das erste, von den Glaskörpergefässen aus gebildete, zurück und verschwindet allmählich ganz. Wie die Ausbreitung des neuen, so geht auch die Reduktion des alten Systems vom Augenhintergrund aus und schreitet gegen den distalen Augenpol hin in der Netzhaut fort. Aber nicht nur in dieser, sondern auch im Glaskörper selbst bildet sich das alte Gefässnetz immer mehr zurück. Bei vielen Augen erwachsener Maulwürfe findet sich in den proximalen zwei Dritttheilen des Glaskörpers keine Spur mehr von Gefässen, dieselben sind vielmehr wieder auf die Gegenden des hinteren, proximalen Linsenpols beschränkt.

Diejenigen Aeste der chorioidealen Arterie, welche eine direkte Versorgung der entstehenden Granulosa interna bezweckten, kommen mit Vollendung des neuen Gefässsystems wieder in Wegfall.

Ueber die Herkunft der Gefässe der Chorioidea selbst wurde im Zusammenhange mit der Entstehung dieser Haut gesprochen.

Die Iris wird von ihrem chorioidealen Theile aus mit Gefässen versehen, die über den freien Irisrand hinüber in die retinalen Theile derselben, bis in den Ciliarkörper hineinwachsen.

Dieselbe Abstammung haben die vorübergehend vorhandenen Gefässe der Membrana Descemetii, sowie das auf gewissen Embryonalstufen der Iris vorgelagerte grosse Ringgefäss. Auch die, anfangs reichlichen, mit fortschreitender Entwicklung immer seltener werdenden, schliesslich auf die Randparthieen beschränkten Gefässe der Cornea propria leiten sich aus Stämmen der Chorioidea ab.

O. Schultze[1]) und Voll[2]) beschreiben ebenfalls eine der Retina selbst angehörige Schicht, die sie Membrana vasculosa Retinae nennen, als den Ort, von welchen aus die Retina ihr Gefässsystem erhält. Doch bestreiten diese Forscher aufs Bestimmteste, dass jemals im embryonalen, oder postembryonalen Leben Glaskörpergefässe in die Netzhaut eindringen, verlegen ausserdem die Entstehung und Vascularisation jener „Membran“ auf eine sehr frühe Embryonalstufe. Ob, und wie weit dies für die Säugethiere im Allgemeinen zutrifft, vermag ich zur Zeit nicht zu entscheiden, auf den Maulwurf sind die Befunde dieser beiden Autoren aber jedenfalls nicht anwendbar.

* * *

---

[1]) A. a. O.

[2]) A. a. O.

Erklärung der Tafeln.

Allgemeine Bezeichnungen:

A.B.St.	Augenblasenstiel
A.c.	Arteria centralis Retinae
A.G.	Aeussere Ganglienzellen, resp. äussere Ganglienschicht
A.K.	Aeussere Körner(zellen)
Ag.K.	Augenkapsel.
Bdg.F.	Bindegewebsfasern.
C.	Cornea
C.c.	Corpus ciliare
Ch.	Chorioidea
Cj.	Conjunctiva
Cj.S.	Conjunctivalsack
C.p.	Cornea propria
C.S.	= Cj.S.
Ct.	Cutis.
dist.	distalwärts
dors.	dorsalwärts
Dr.	Drüse.
E.G.	Eingeschobene Ganglienzellen
Ep.	Epidermis.
F.	Fornix Conjunctivae
F.C.	= F.
F.o.L.	Fornix des oberen Augenlides: oberer Lidwinkel
F.u.L.	Fornix des unteren Augenlides: unterer Lidwinkel
F.S	Faserschicht.

G.	Gehirn
G.H.	Gehirnhöhle
G.K.	Gehirnkapsel
Gr.e.	Granulosa externa
Gr.i.	Granulosa interna
G.W.	Gehirnwandung.
H.Dr.	Harder'sche Drüse.
I.	Iris
I.G.	Innere Ganglienzellen
I.Gf.	Irisgefäss
I.K.	Innere Körner(zellen).
K.	Korn
Kn.	Knorpel (der Gehirnkapsel)
K.Z.	Kornzellen
K.S.	Körnerschicht.
L.	Linse
L.E.	Linsenepithel
L.e.	Membrana limitans externa, resp. Margo limitans externus
L.f.	Lamina fusca
L.H.	Linsenhöhle
L.i.	Membrana limitans interna resp. deren Vorstufen
L.K.	Linsenkapsel.
M.c.	Musculus ciliaris
M.D.	Membrana Descemetii
M.F.	Müller'sche Faser; Stützfaser
M.h.	Membrana hyaloidea

M.l.e.	= L.e.
M.l.i.	= L.i.
M.p.	Membrana pupillaris
M.o.s.	Musculus obliquus superior
M.o.if.	„ „ inferior
M.r.if.	„ rectus „
M.r.s.	„ „ superior
N.o.	Nervus opticus.
O.	ora serrata
O.F.	Opticusfasern
O.G.	Opticusganglienzellen
O.L.	Oberes Auglid
or.	oralwärts.
P.E.	Pigmentepithel
p.H.	Höhle der primären Augenblase
p.r.I.	pars retinalis Iridis
prox.	proximalwärts.
R.	Retina
R.A.c.	aus dem Glaskörper in die Retina eindringende Aeste der Arteria centralis
R.A.G.	Reserveelemente für die äusseren Ganglienzellen
R.I.G.	Reserveelemente für die inneren Ganglienzellen
R.O.G.	Reserveelemente für die Opticusganglienzellen
R.M.	Rete Malpighii.
S = Sch.	Scheide
S.A.	Sehzellanlage
Sc.	Sclera
Sc.Ch.	Sclero-Chorioidea
S.E.	Sehelement
St.	Stäbchen
St.F.	= M.F.
St.K.	Stäbchenkorn(zelle)
Str.c.	Stratum corneum
St.Z.	Stützzelle
S.Z.	Sehzelle (I erster, II zweiter Serie).
Thr.R.	Thränenröhrchen
Thr.S.	Thränensack
T.v.R.	Tunica vasculosa Retinae.
U.L.	Unteres Augenlid.
V.	Glaskörper
V.L.S.	Verschlusspfropf der Lidspalte
V.Z.	Vergrösserungszellen (zur Vermehrung der Grundsubstanz) der Retina.
Z.	Zapfen
Z.F.	Fortsätze der Pigmentepithelzellen
Z.G.	Zwischenganglienzellen
Z.K.	Zapfenkorn(zelle)
Z.M.	Zwischenmembran.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1–6. Schematisch. Bulbus und Blutversorgung.
Fig. 1. Stad. III, 8,5 mm. Vg. 50.
Fig. 2. Stad. V, 11 mm. Vg. 50.
Fig. 3. Stad. VI, 13 mm. Vg. 150.
Fig. 4. Stad. X, 27,5 mm. Vg. 100.
Fig. 5. Stad. XI, 32 mm. Vg. 100.
Fig. 6. Erwachsenes Thier. Vg. 50.
Fig. 7. Schemat. Oberes Augenlid. Zur Feststellung der gewählten Bezeichnungen.
Fig. 8. Lidspalte kurz vor dem vollständigen Verschlusse durch Epithelpfropf. Stad. VIII. 19,7 mm. Vg. 150.
Fig. 9. Lidspalte. Abnorme Ueberwachsung des unteren Lides durch das obere. Stad. XI. 32 mm.
Fig. 10. Hardersche Drüse. Stad. VIII. 19,7 mm. Vg. ca. 400.
Fig. 11. u. 12. Anfang des Drüsenganges Dr., Dr. G., welcher Conjunctivalsack mit Mundhöhle verbindet. Stad. V, 11 mm. Vg. ca. 100.
Fig. 13. Anlage eines Thränenröhrchens. Stad. V, 11 mm. Vg. 100.
Fig. 14. Thränenröhrchen und Hardersche Drüsenanlage. Stad. VI, 13 mm. Vg. 100.
Fig. 15. Anlage des Thränenröhrchens im oberen Lid. Stad. V, 11 mm.
Fig. 16. Unteres Lid mit Wimper W und Meibohmscher Drüse Mb.Dr.: Fornix. Erwachsenes Thier.
Fig. 17. Muskelapparat für die Augenlider. L.M. Lidmuskel. O.L.M. Lidmuskel für das obere. U.L.M. für das untere Lid. V.L.M. Verbindungstheil der beiden Muskelparthieen in Gegend des proximalen Augenpoles. Erwachsenes Thier. Vg. ca. 120.
Fig. 18. Eintritt der Centralarterie in den Glaskörper und des die Tunica vasculosa Retinae versorgenden Gefässes A.T.v. in diese Schicht. Erwachsenes Thier. Vg. ca. 300.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel II.

Fig. 19. Linsengrube und Augenbecherrand. Stad. I. 4,5 mm. Vg. 400.

Fig. 20. Dasselbe Stadium. Schnitt nicht durch Mittelpunkt, daher Linsenanlage im Anschnitt. Einwanderung von Bindegewebe in Glaskörperraum und Retina. Augenkapsel und Cornea. Vg. 400.

Fig. 21. Linsenblase und Augenbecher. Zwei bis drei Kernschichten in der aus einer Zellenlage gebildeten Linsenblasenwand. Anfang des Eindringens der Chorioidea am proximalen Augenpol zwischen Augenkapsel und Pigmentepithel. Anfang einer Pigmentirung des letzteren. Bindegewebe der foetalen Augenspalte. Stadium II. 6,7 mm. Vg. 300.

Fig. 22. Linse und Irisanlage. Cornea und Membrana Descemetii. Pupillarmembran. Anlage einer Zonula Zinnii A.Z.Z. Stad. III. 8,5 mm. Vg. 400.

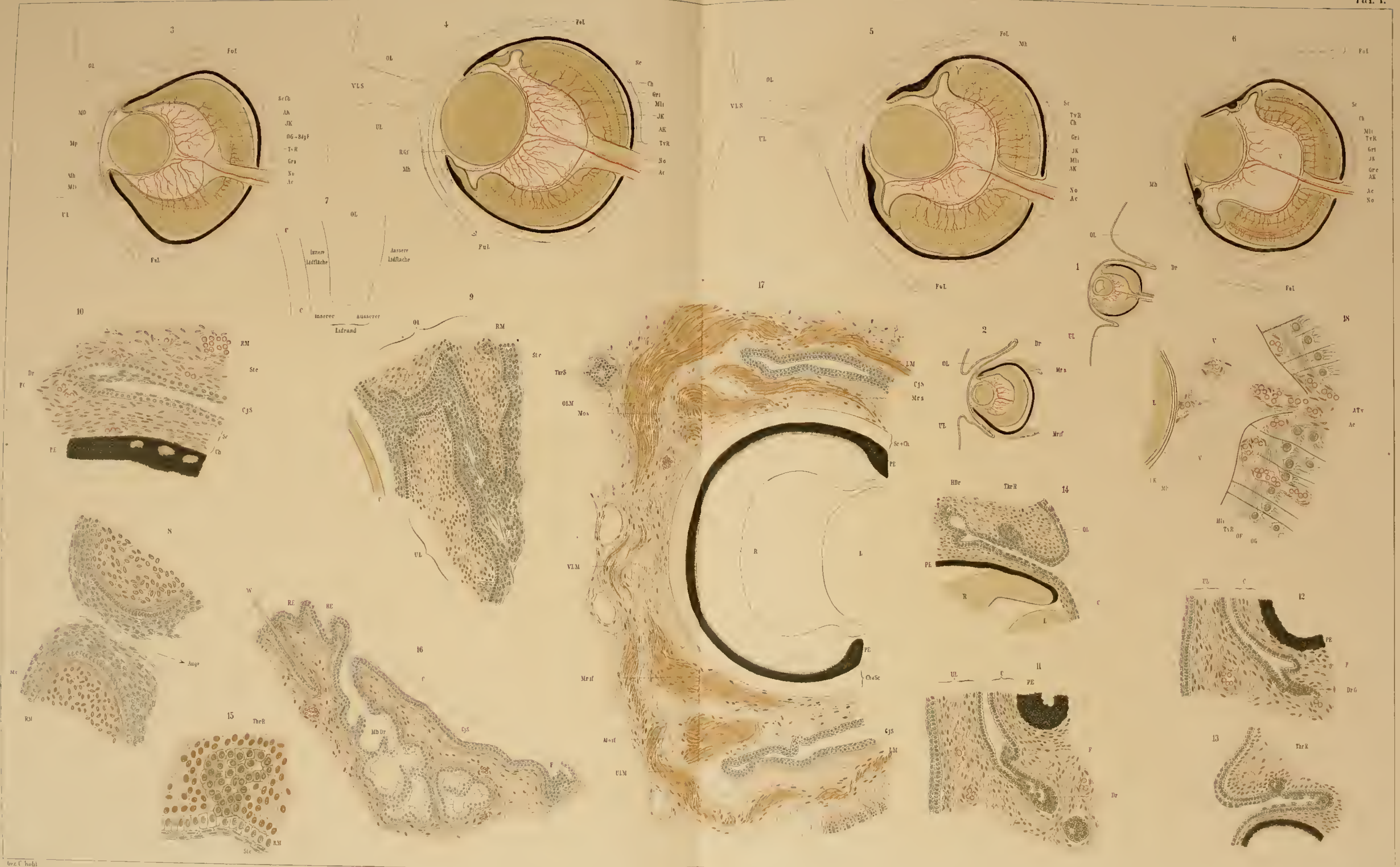
Fig. 23. Linse. Irisanlage mit vorgelagertem Ringgefäss RGf. Cornea. Stad. IX. 22,3 mm. Vg. 250.

Fig. 24. Linsenblase und Augenbecherrand. Cornea und Pupillarmembran. Stad. IV. 10 mm. Vg. 300.

Fig. 25. Linse. Irisanlage. Cornea und Lidränder. Stad. V. 11 mm. Vg. 300.

Fig. 26. Linse, Irisanlage und Cornea. Lider und Verschlusspfropf. Stad. VII. 17 mm. Vg. 250.

Taf. I.

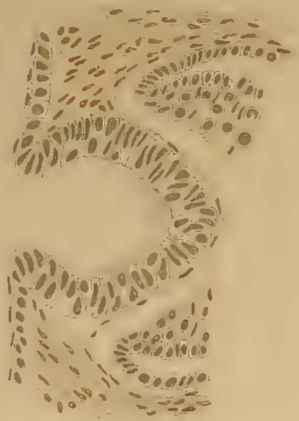

3
4
5
6
7
1
2
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
N
W
OL
UL
FoL
Md
Mp
Mh
Ml
ScCh
Ah
JK
OG-BdgF
TvR
Gri
No
Ac
VLS
RGf
Sc
Ch
AK
Innere Lidfläche
Aussere Lidfläche
innerer
äusserer
Lidrand
C
RM
Ste
Dr
CjS
PE
TarS
OLM
Mos
VLM
Mrif
Mrs
ULM
LM
Sc+Ch
ChoSc
R
L
HDr
TarR
F
DrG
MbDr
RE
Auge
V
ATv
OF
Mc

Gez. C. Kohl

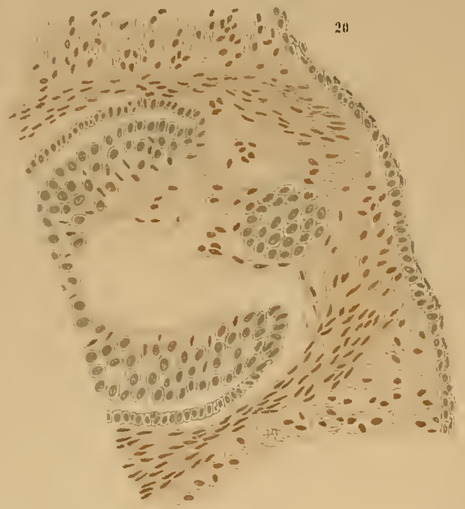
Artist. Anst. v. Th. Fischer Cassel

Taf. II.

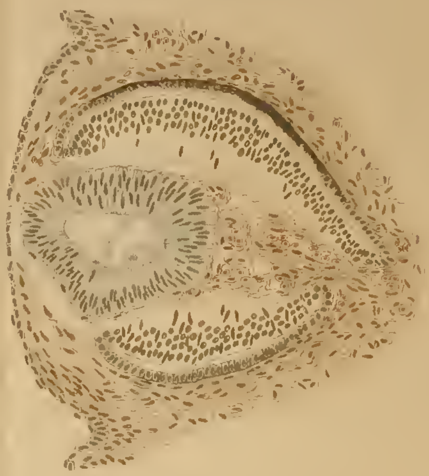
19



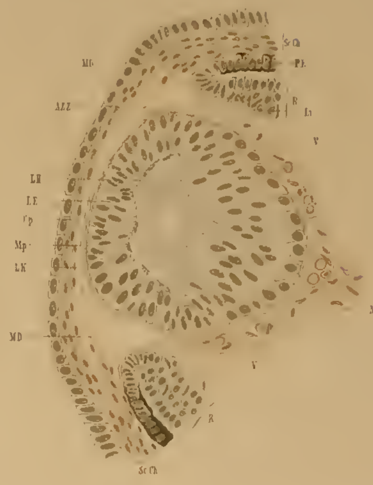
20



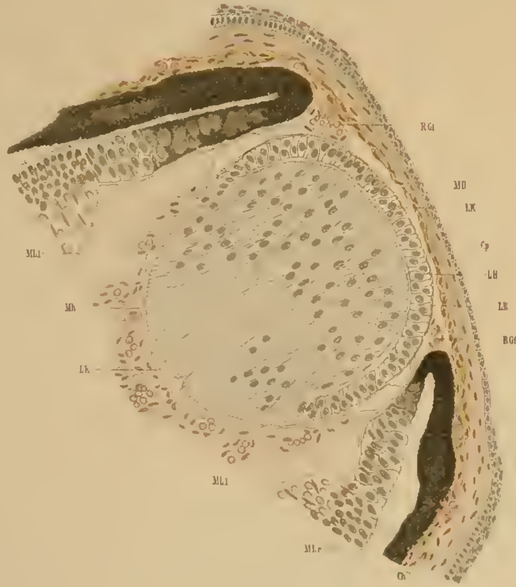
21



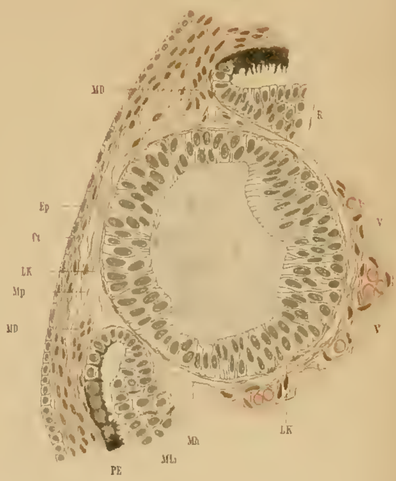
22


Sc Ch
PE
MD
R
ALZ
Li
V
LH
LE
Cp
Mp
LK
Mh
MD
V
R
Sc Ch

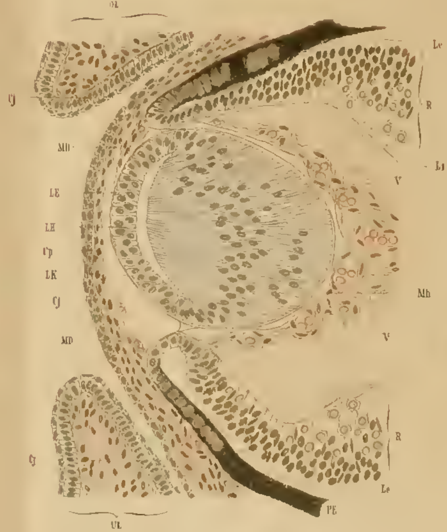
23


RGt
MD
LK
ML1
Cp
LH
LE
Mh
RGt
LK
ML1
MLe
Ch

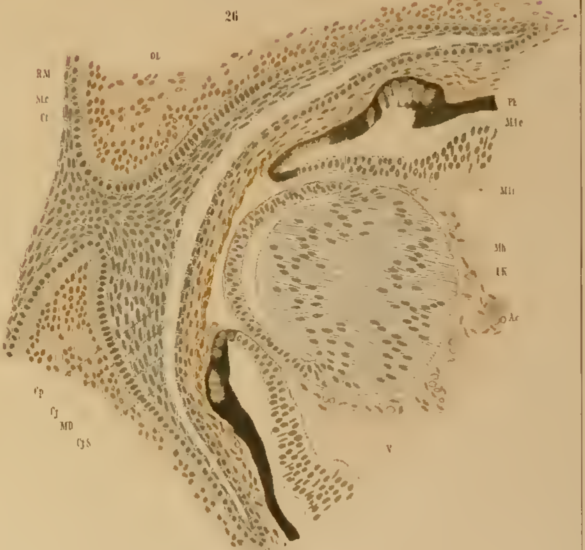
24


MD
R
Ep
Ct
V
LK
Mp
MD
V
Mh
LK
ML3
PE

25


OL
Le
Cj
R
MD
Li
V
LE
LH
Cp
LK
Mh
Cj
MD
V
R
Cj
Le
PE
UL

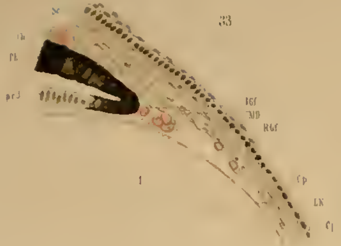
26


OL
RM
Mc
Ct
Pt
Mle
Ml1
Mh
LK
Ac
Cp
Cj
MD
CjS
V

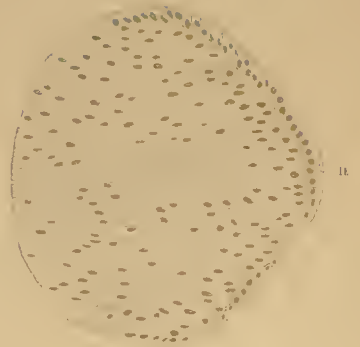
C Kuhl gez.

Artist Anst. v. Th. Fischer Cassel.

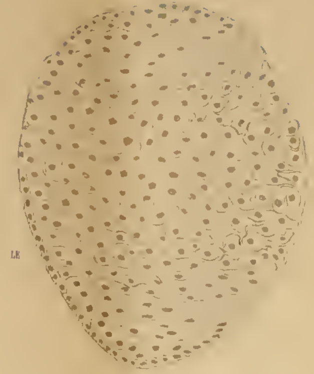
33


Sc
Ch
Pt
prJ
Bgf
MD
Rgf
I
Cp
LK
Cj

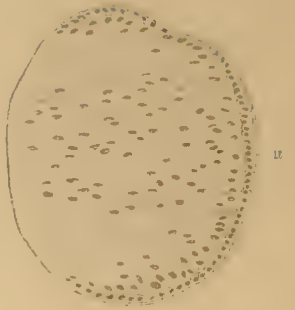
29



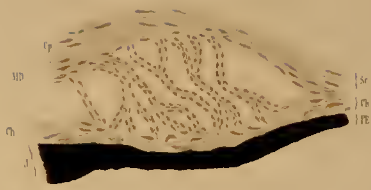
30



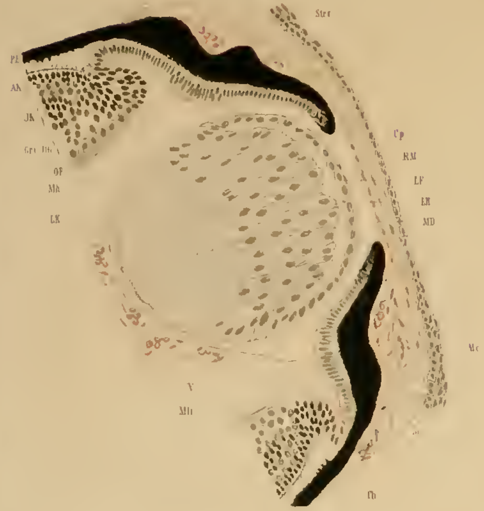
31



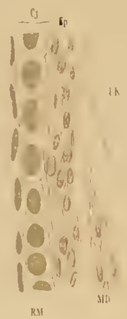
35


Cp
MD
Ch
J
Sc
Ch
PE

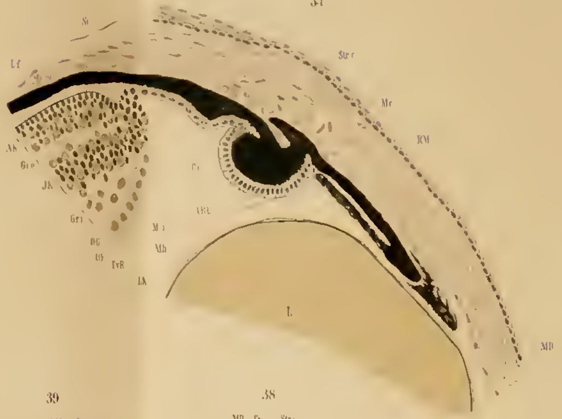
28


Mt
Stre
PE
AK
JK
Gri Dic
OP
Mh
LK
Cp
RM
LF
LE
MD
Mc
V
Mh
Ch

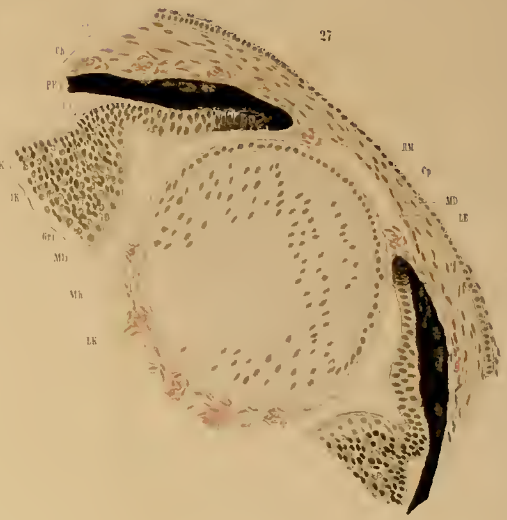
36


Cj
Ep
LK
RM
MD

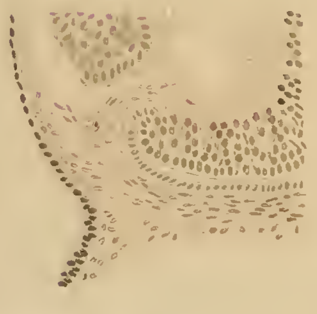
34


Sc
Stre
Lf
Ch
Mle
Mc
RM
Ak
Gre
JK
Gri
Cc
OEL
OG
Ol
TvR
Ma
Mh
LA
L
MD

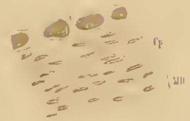
27


Ch
PP
AK
JK
Gri
Mh
Mh
LK
RM
Cp
MD
LE

32

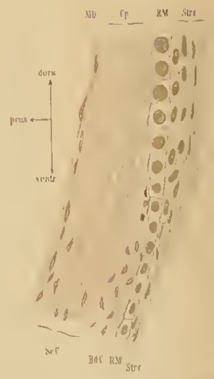


37

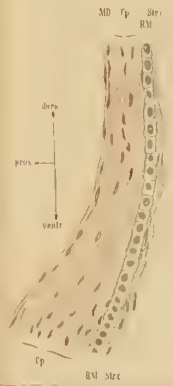


40

39


MD
Cp
RM
Stre
dors
prox
ventr
Scf
BdC
RM
Stre

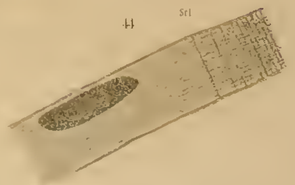
38


MD
Cp
Str
RM
dors
prox
ventr
Cp
RM
Stre

43

41

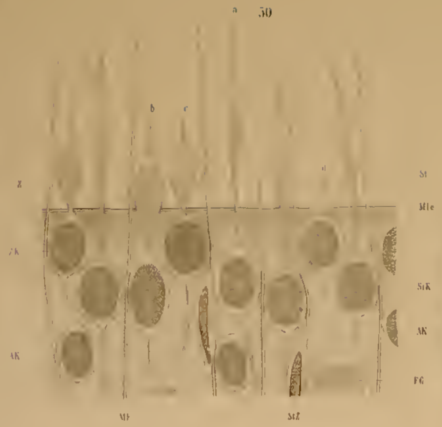
44



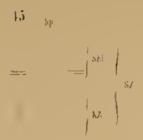
42

Artist.Anst.v.Th.Fischer, Cassel

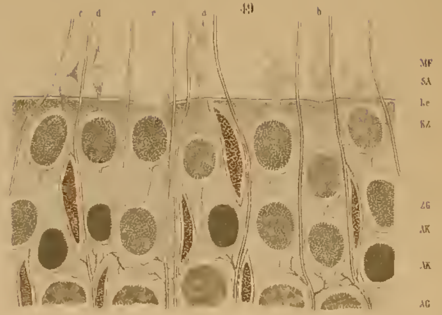
50


a
b
c
d
Z
St
Mle
ZK
StK
AK
AK
FG
MF
StZ

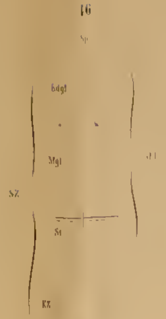
45



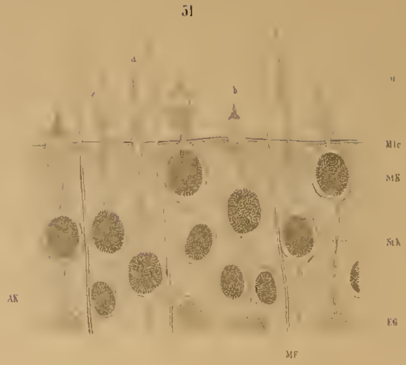
49


c
d
e
a
b
MF
SA
Le
KZ
ZG
AK
AK
AG

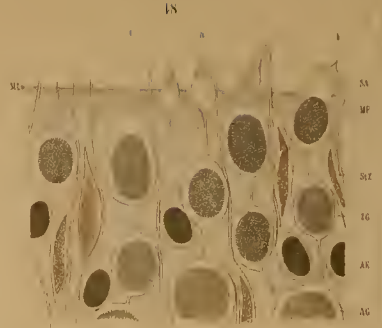
46


Sp
Bdgl
Mgl
SZ
St
KZ

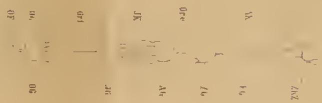
51


a
c
b
M
Mle
StK
StK
AK
FG
MF

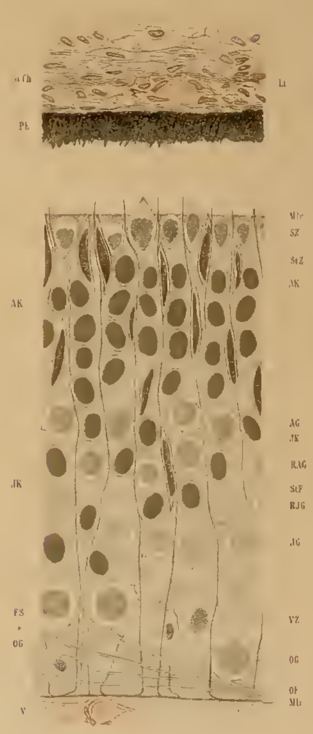
48


c
a
b
Mle
SA
MF
StZ
ZG
AK
AG

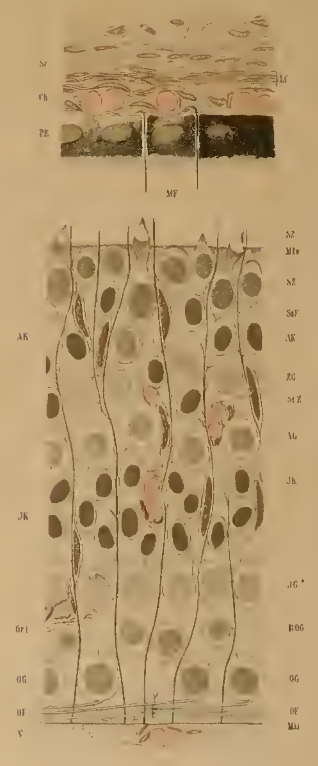
47



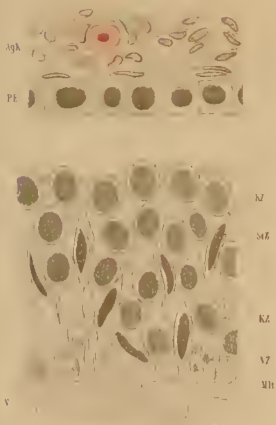
56


a Ch
Lt
Pb
Mle
SZ
StZ
AK
AK
JK
AG
JK
RAG
StF
RJG
JG
FS
+
OG
VZ
OG
OF
Mt
V

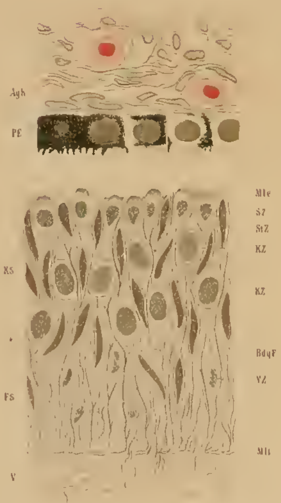
57


Sr
Lt
Ch
PE
MF
SZ
Mle
SZ
StF
AK
AK
ZG
StZ
JG
JK
JK
JG *
Gr I
RGG
OG
OG
OF
OF
Mt
V

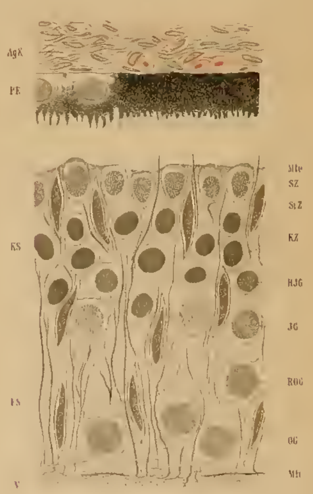
52


AgK
PE
KZ
StZ
KZ
VZ
Mt
V

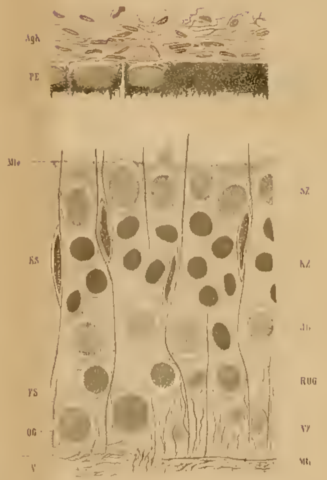
53


Agk
PE
Mle
SZ
StZ
KZ
KS
KZ
BdgF
VZ
FS
Mt
V

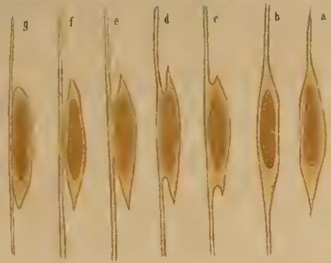
54

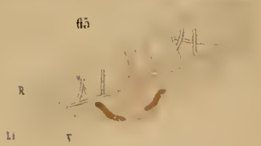

AgK
PE
Mle
SZ
StZ
KZ
KS
RJG
JG
FS
RGG
OG
Mt
V

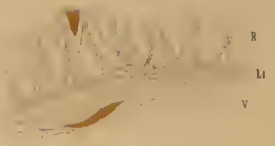
55

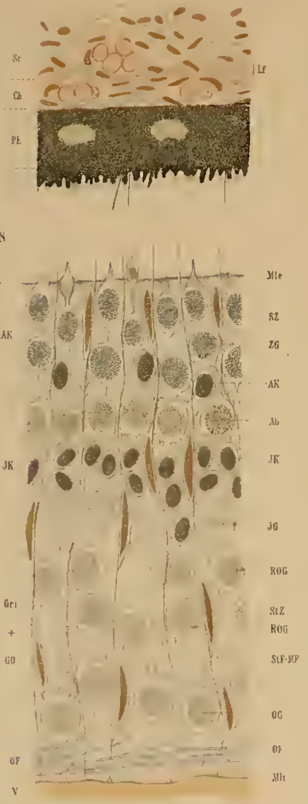

AgK
PE
Mle
SZ
KS
KZ
JG
RGG
FS
OG
VZ
Mt
V

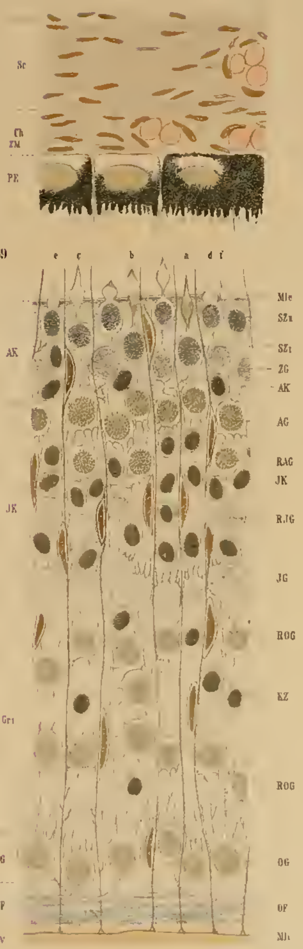
Lith. Anst. v. Th. Fischer

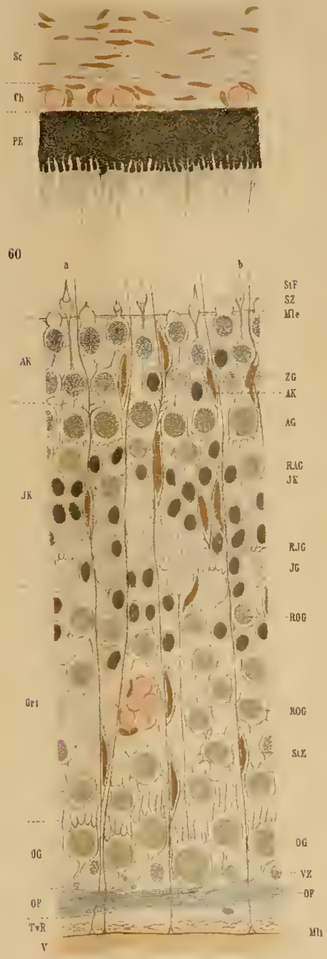

63

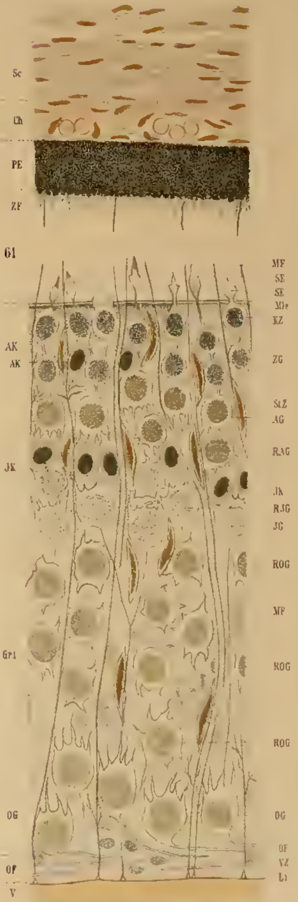

65

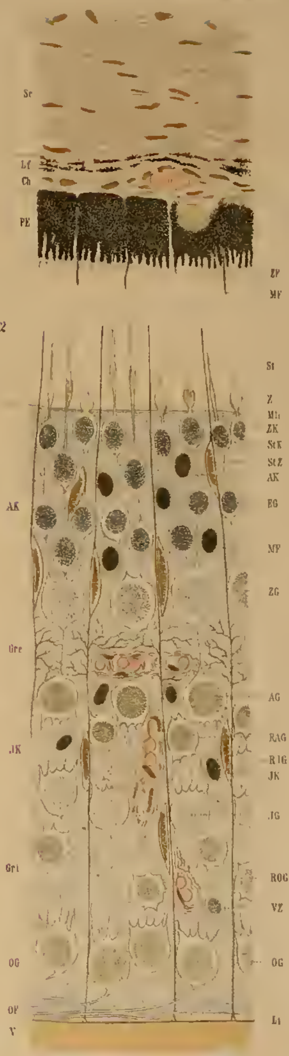

64


58
Sc
Ch
PE
Lf
Mle
AK
SZ
ZG
AK
AG
JK
JK
JG
ROG
Gr1
StZ
ROG
+
GO
StF-MF
OG
OF
OF
Mli
V

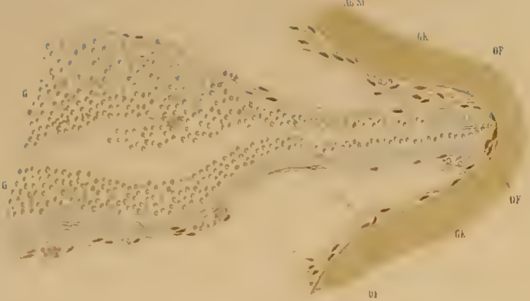

59
Sc
Ch
EM
PE
e
c
b
a
d
f
Mle
SZa
SZi
ZG
AK
AK
AG
RAG
JK
JK
RJG
JG
ROG
KZ
Gr1
ROG
OG
OG
OF
OF
V
Mli


60
Sc
Ch
PE
a
b
StF
SZ
Mle
AK
ZG
AK
AG
RAG
JK
JK
RJG
JG
ROG
Gr1
ROG
StZ
OG
OG
VZ
OF
OF
TvR
V
Mli

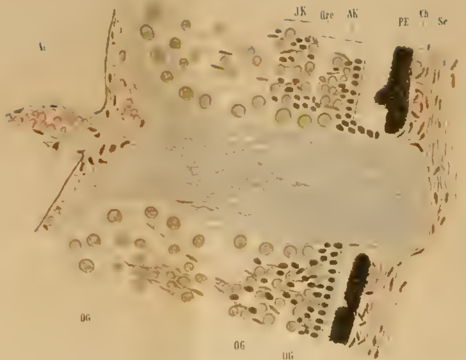

61
Sc
Ch
PE
ZF
MF
SE
SE
Mle
KZ
AK
AK
ZG
StZ
AG
RAG
JK
JK
RJG
JG
ROG
MF
Gr1
ROG
ROG
OG
OG
OF
VZ
OF
Li
V


62
Sc
Lf
Ch
PE
ZF
MF
St
Z
Mli
ZK
StK
StZ
AK
AK
EG
MF
ZG
Gre
AG
RAG
RJG
JK
JK
JG
Gr1
ROG
VZ
OG
OG
OF
V
Li

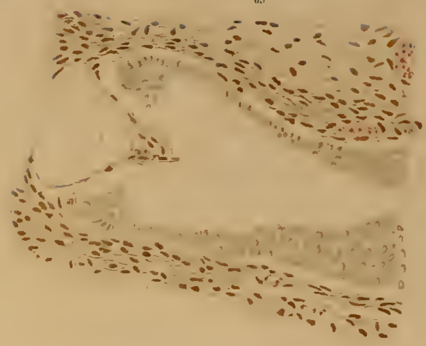
75


Ab St
Gk
OF
G
G
OF
Gk
OF

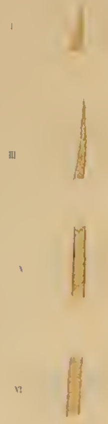
77


TvR
Mh
OF
OG
Ar
JK
Gre
AK
PE
Ch
Sc
OG
OG
OG

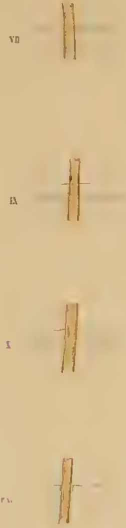
69



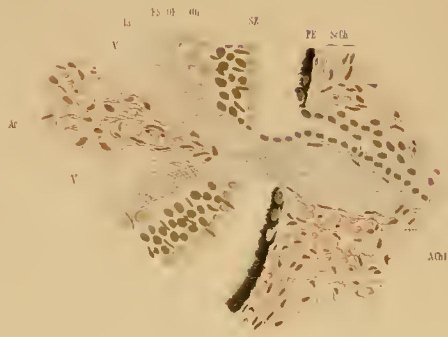
66



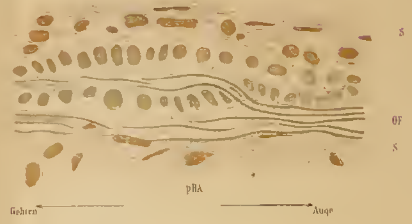
67



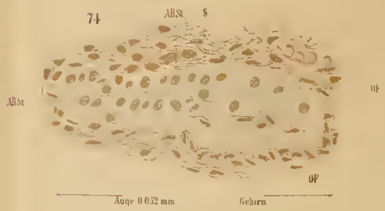
70


La
FS
OF
Oh
SZ
PE
ScCh
V
Ar
V
ABSt
No
Ar
ACh1

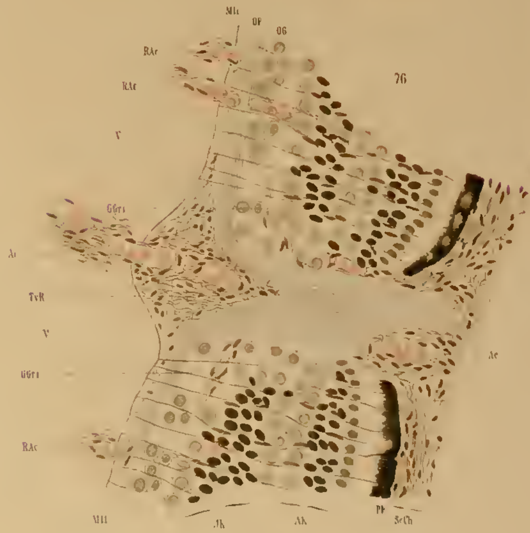
71


S
OF
S
pHA
Gehirn
Auge

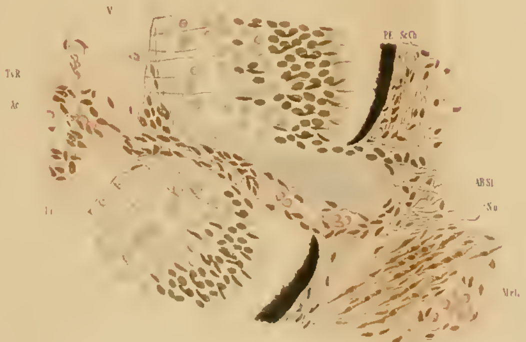
74


ABSt
S
ABSt
OF
OP
Auge 0.052 mm
Gehirn

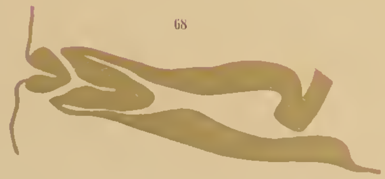
76


Mh
OF
OG
RAc
RAc
V
GGri
Ar
TvR
V
GGri
RAc
Ac
MH
JK
AK
PE
ScCh

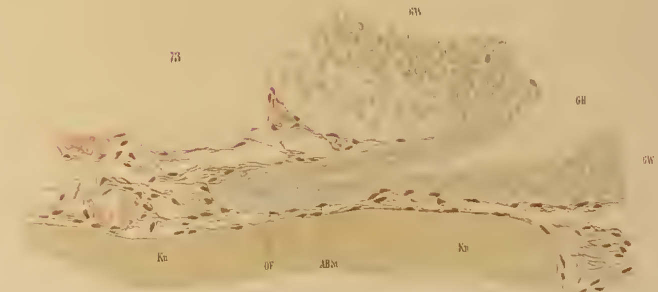
72


V
PE
ScCh
TvR
Ar
ABSt
No
Li
Mel.

68



73


GW
GH
GW
Kn
OF
ABSt
Kn

Kohl

Art. Anst. Th. Fischer Cassel

Erklärung der Abbildungen.

Tafel III.

Fig. 27. Linse und Iris. Distale Abschnitte der Retina mit der Uebergangszone U.Z. (Ora serrata.) Cornea. Stad. X. 27.5 mm. Vg. 200.

Fig. 28. Linse, Iris, Ciliarmuskel. Stad. XI. 32 mm. Vg. 200.

Fig. 29—31. Linsen erwachsener Thiere. Vg. 150.

Fig. 29. Starke Vorwölbung der distalen Linsenfläche. Formänderung der Epithelzellen durch die Andrängung der Fasern. Linse besteht aus Zellen und Fasern.

Fig. 30. Fast ausschliesslich aus Zellen gebildet.

Fig. 31. Vorwiegend aus Fasern. Formänderung der Linse durch Druck der Iris.

Fig. 32. Anschnitt der Linse. Unterer Augenbecherrand. Einwandern von Bindegewebe in Glaskörperraum und Retina. Augenkapsel. Stad. II, 6,7 mm.

Fig. 33. Irisanlage mit dem ihr vorgelagerten Ringgefäss R.Gf. Blut in der Membrana Descemetii. Stad. VIII, 19,7 mm. Vg. ca. 500.

Fig. 34. Iris und Ciliarkörper. Ciliarmuskel. Bindegewebige Verlängerung der Iris. A.B.L. Aufhängeband für die Linse. Erwachsenes Thier.

Fig. 35. Iriswinkel mit Ligamentum pectinatum. Erwachsenes Thier.

Fig. 36. Cornea und Anlage der Membrana Descemetii. Stad. V. 11 mm. Vg. 1000.

Fig. 37. Cornea. Stad. X, 275 mm.

Fig. 38. Cornea. Erwachsenes Thier. Vg. 500.

Fig. 39. Cornea. Abnorme Verstärkung der Conjunctiva, besonders des Stratum corneum vor der Linse. Erwachsenes Thier. Vg. 500.

Fig. 40. Membrana Descemetii. Erwachsenes Thier. Vg. ca. 500.

Fig. 41—44. Augenmuskelfasern. Vg. 2000.

Fig. 41. Stad. V. 13 mm. Längsschnitt. Anfang der Leistenbildung. Scheinbare Querstreifung des Kernes. (Aus Musc. rect. ext.).

Fig. 42. Stad. VIII. 19,7 mm. Leisten haben zum Theil ganze Faser durchwachsen. (Aus Musc. rect. if.)

Fig. 43. Aus demselben Muskel. Querschnitte. a) Schnitt durch den Kerntheil. b) durch die Anlage einer Leiste.

Fig. 44. Erwachsenes Thier. Längsstreifung: Querstreifung in einem Theil der Faser. Sarcolemm Scl. und Spalt.

Sc.C. Scleroticaler Theil der Cornea. Bd.C. derjenige Theil der Cornea, der aus dem bulbusumhüllenden Bindegewebe der weiteren Augenumgebung hervorgeht.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel IV.

Fig. 45. Schematisch. zur Feststellung der Bezeichnungen. Sp. Spitze, S.El. Sehelement, K.Z Kornzelle, S.Z. Sehzelle, resp. Sehzellanlage.

Fig. 46. Desgl. Sp. Spitze, Edgl. Endglied, Mgl. Mittelglied, St. Stiel, K.Z. Kornzelle, S.El. Sehelement. S.Z. Sehzelle.

Fig. 47. Schemat. Nervöse Leitung durch die Netzhaut. Vg. 500. Erwachsenes Thier.

Fig. 48. Aeussere Körnerschicht. Stad. VIII. 19,7 mm. Vg. 2000.

Fig. 49. Aeussere Körnerschicht. Stad. XI, 32 mm. Vg. 2000.

Fig. 50. Sehzellschicht. Erwachsenes Thier (Fall A). Vg. 2000.

Fig. 51. Sehzellschicht. Erwachsenes Thier (Fall B). Vg. 2000.

Fig. 52—57. Retina und Pigmentepithel. Vg. 1000.

Fig. 52. Stad. I, 4.5 mm.

Fig. 53. Stad. II, 6,7 mm.

Fig. 54. Stad. III, 8,5 mm.

Fig. 55. Stad. IV, 10 mm.

Fig. 56. Stad. V, 11 mm.

Fig. 57. Stad. VI, 13 mm.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel V.

Fig. 58—62. Retina und Pigmentepithel. Vg. 1000.
Fig. 58. Stad. VII, 17 mm.
Fig. 59. Stad. IX, 22.3 mm.
Fig. 60. Stad. X, 27.5 mm.
Fig. 61. Stad. XI, 32 mm.
Fig. 62. Erwachsenes Thier.
Fig. 63. Stützzelle und Stützfaser, und die Entwicklung ihres gegenseitigen Verhältnisses. Schematisch.
Fig. 64—65. Entwicklung der Membrana limitans interna und ihrer Verbindung mit den Stützfasern.
Fig. 64. Stad. III, 8.5 mm.
Fig. 65. Stad. V, 11 mm.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VI.

Fig. 66—67. Entwicklung der Membrana limitans externa. I. III. etc. Bezeichnung der einzelnen Entwicklungsstadien. Erw. Erwachsenes Thier.

Fig. 68. Linsengrube; Secundäre Augenblase und Augenblasenstiel. Stad. I, 4,5 mm. Vg. 100.

Fig. 69. Desgl. Anlage der Scheiden. Vg. 250.

Fig. 70. Opticus. Chiasma vollkommen. A. Ch. I. Gefässe, welche die erste Anlage der Chorioidea vermitteln. Rest des Augenblasenstiels. Stad. III, 8,5 mm, Vg. 400.

Fig. 71. Augenblasenstiel mit Nervenfasern etwa in Mitte seines Verlaufes. Die foetale Augenspalte hat sich auf den Augenblasenstiel bis zu der mit * bezeichneten Stelle erstreckt. p.H.A. primäre Höhle des Augenblasenstiels. Stad. III, 8,5 mm.

Fig. 72. Opticusaustritt. Chiasma unvollkommen. Stad. V. 11 mm. Vg. 400.

Fig. 73. Verbindung des Augenblasenstieles mit dem Gehirn. Nervenfasern reichen nicht bis ins Hirn. Stad. V, 11 mm. Vg. 250.

Fig. 74. Sehnerv mit Resten des Augenblasenstiels etwa in der Mitte seines Verlaufes. Stad. V, 11 mm. Vg. 400.

Fig. 75. Augenblasenstiel in Verbindung mit dem Gehirn. Die Nervenfasern treten in die Faserschicht des letzteren ein. Stad. VI, 13 mm.

Fig. 76. Opticusaustritt. Chiasma unvollkommen. Chorioideale, direkte Blutversorgung G.Gr.i. eines Theiles der Granulosa interna. Aus dem Glaskörper kommende Aeste der Centralarterie dringen in die Retina ein. (R.A.c.) Stad. VI, 13 mm. Vg. 500.

Fig. 77. Opticusaustritt. Tunica vasculosa. Retina und ihre Gefässe. Erwachsenes Thier. Vg. 300.

Rudimentäre Wirbelthieraugen.

Von

Dr. C. Kohl.

III. Theil.

Zusammenfassung.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1895.

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung vorbehalten.

Druck von A. Bonz' Erben in Stuttgart.

Einleitung.

Mit dem vorliegenden, dritten Theile schliessen meine Untersuchungen über rudimentäre Wirbelthieraugen, vorläufig wenigstens, ab.

Ich bin im Verlaufe derselben zu einer Reihe von Ergebnissen gekommen, die zum Theil auch für die Kenntniss der Histologie und Embryologie des Auges überhaupt nicht ohne Wichtigkeit sein dürften, möchte aber hierüber noch kein abschliessendes Urtheil aussprechen. Die in Betracht kommenden Fragen sind ja allzu wichtig, als dass sie ausschliesslich auf Grund von Befunden an derartigen abnormen Sehorganen sich entscheiden liessen. Meine Ansichten habe ich übrigens auch hierüber in Theil I und II bereits angedeutet und kann hier nur hinzufügen, dass ich an denselben in allen Hauptpunkten auch jetzt noch unverändert festhalten muss, so bedeutende Autoritäten ich auch in manchen Beziehungen dabei gegen mich habe.

Soweit im Einzelnen meine Auffassungen auf Grund erneuter Untersuchungen sich modificirt haben, wurde dies im Folgenden von mir angegeben.

Ich habe mich bei den vorliegenden Betrachtungen also darauf beschränkt, meine Befunde an den Augen der in den beiden ersten Theilen behandelten Thiere zusammenzufassen, um dadurch über Wesen, Wirkung und Ursachen der Erscheinungen, die man für diese Sehorgane unter dem Ausdrucke Rudimentarität zusammenfassen mag, Klarheit zu gewinnen.

Bei der Ähnlichkeit der Verhältnisse, die sich bei allen untersuchten Thieren immer wieder vorfanden, haben sich eine gewisse Weitschweifigkeit und Wiederholungen von bereits früher Gesagtem nicht immer vermeiden lassen, doch glaubte ich, zur Erleichterung des Verständnisses diesen Übelstaud mit in den Kauf nehmen zu müssen.

Hinsichtlich der Litteratur kann ich auf die in Theil I und II gegebenen Verzeichnisse und Besprechungen verweisen, die auch jetzt noch genügen dürften. Nachzutragen habe ich nur folgende Autoren:

1. Forbes, S. A. The blind cave fishes and their allies.
in Amer. Naturalist. 1882.
2. Sharp, B. Homologies of the Vertebrate crystalline Lens.
in Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia.
3. Owsjannikoff. Über das sympathische Nervensystem des Flussneunauges nebst einigen Notizen über andere Gewebe desselben Thieres.
Mél. biol. Pétersbourg.
T. XI. 1883.

4. Owsjannikoff. Zur Entwicklungsgeschichte des Flussneunauges.
in Bull. Ac. Imp. Sc. Pétersbourg.
T. XIII. 1891.

5. Packard, A. S. The Cave Fauna of North America with remarks on the Anatomy of the Brain and Origin of the Blind Species.
Mem. Nation Ac. Sc. Washington.
Vol. IV. 1888.

6. Retzius, G. Das Auge von Myxine.
in Biol. Unters. N. F. V.
1893.

7. Cunningham, J.T. Blind animals in Caves.
Nature. Vol. 47. (N. 1219).
1893.

Errata

aus Theil I und II.

Theil I pag. 74 Zeile 9 v. o. statt: 9,43 lies: 0,43.
„ 77 „ 5 v. o. statt: die Grenze lies: die proximale Grenze.
„ 90 „ 3 v. u. statt: interna lies: externa.
„ 95 „ 12 v. o. statt: Opticusganglienzellen lies: Innere Ganglienzellen.
„ 119 „ 14 v. o. statt: Brille lies: Linse.
„ 140 Tabelle A., letzte senkrechte Spalte, statt: 0,5541 lies: 2,5541.
Theil II pag. 7 Zeile 20 v. o. statt: 9 lies: 0,9.
„ 9. Tabelle. Dritte senkrechte Spalte, statt: Thierlänge zu Augtiefe lies: Augtiefe zu Thierlänge.
„ 9. Tabelle. Vierte senkrechte Spalte, statt: Thierlänge zu Aughöhe lies: Aughöhe zu Thierlänge.
„ 66 Zeile 9 v. u. statt: 1 : 6,26 lies: 6,26 : 1.
„ 77 „ 12 v. o. statt: Chorioidealteil lies: Pigmentepithelteil.
„ 130. Tabelle. Letzte senkrechte Spalte, statt: 7,49 lies: 7,88
„ 5,19 „ 5,33
„ 7,34 „ 7,80
„ 132 Zeile 7 v. o. statt: 0,1005 lies: 0,1105.
„ 139 „ 18 v. o. statt: interna lies: externa.

Petromyzon Planeri.

Bulbus oculi.

Der Augenbulbus hat normale Form. In der Grösse bleibt er vor der Metamorphose etwas zurück, d. h. er nimmt bis dahin an Volum langsamer zu, als sonst gewöhnlich, holt aber dann das Versäumte rasch wieder herein. Wie bereits bemerkt wurde,*) kommen Petromyzonlarven vor, die an Körperlänge bedeutend über das ziemlich genau eingehaltene Durchschnittsmass eines metamorphosirten Thieres hinausgehen, und hat man es dabei mit Individuen zu thun, die nicht zur Umwandlung haben gelangen können. Bei solchen Ammocoetes hat das Auge an Grösse gegenüber kleineren Larven ebenfalls zugenommen, aber etwa nur in dem Grade, in dem es sich nach dem Massstabe des allmählichen Wachsthumes während der Larvenzeit hätte vergrössern müssen, ganz ohne Rücksicht darauf, dass das Individuum an Körperlänge, und damit doch wohl auch an Alter, längst über die Stufe hinausgediehen war, auf welcher sich durch die Metamorphose eine so gewaltige Zunahme aller Dimensionen des Auges hätte bemerklich machen müssen.

Deckschicht.

Die Bedeckung des Auges bilden Hautpartien, zusammen mit ev. subcutanem Bindegewebe, die sich über den distalen Augenpol hinziehen. Im Laufe der Entwicklung pflegen dieselben typisch zunächst in demselben Maasse, wie die übrige Kopfhaut an Stärke zuzunehmen, um dann bald, je näher das Auge der Stufe kommt, auf der es zum wirklichen Sehen tauglich werden soll, relativ, d. h. verglichen mit der sonstigen Kopfhaut, oder mit der Augentiefe, wieder abzunehmen. Dabei erleiden die betreffenden Schichten dann auch Modificationen in ihrem Bau.

Bei Ammocoetes verhält es sich indessen ein wenig anders. Das Körperepithel läuft anfangs unverändert vor dem Auge hin. Proximal von ihm finden sich nur ganz wenige, schwache Bindegewebszüge, die ihm dicht anliegen. Es kommt dann, wahrscheinlich unter Beihilfe von anderen, mit der Augenkapselanlage an das Ectoderm herangedrängten Bindegewebsmassen, zur Bildung der Linsenblase. Nachdem diese abgeschnürt worden und in die Tiefe getreten ist, zieht sich das Epithel, zunächst wieder in seinem Bau unverändert, über das Auge hin; es bildet sich jedoch nunmehr eine Cutis und, herstammend von den bulbusumhüllenden Mesodermmassen, eine anfangs ziemlich dicke Schicht subcutanen Bindegewebes. Die Haut, d. h. Cutis und Epidermis, nimmt nun über dem Auge an Stärke und Complizirtheit ihres Baues, ebenso, wie in der sonstigen Kopfhaut, zu, ja sie schreitet in ersterer Beziehung sogar noch weiter, so dass die augendeckenden Hautpartien bei älteren Larven erheblich dicker werden, als dies an anderen Stellen des Kopfes der Fall ist. Ebenso gewinnt das subcutane Bindegewebe zunächst immer mehr an Mächtigkeit.

---

*) Theil I. pag. 11 ff.

Während die letztgenannten Gewebszüge dann jedoch bald wieder allmählich schwächer werden, fahren Epidermis und Cutis in der Larvenperiode langsam, aber unverkennbar in der Zunahme fort, die sich freilich nicht ganz stetig vollzieht, da kleine Schwankungen nicht selten sind. Es ist jedoch dabei zu beachten, dass diese Verstärkung weder mit der Zunahme der übrigen Kopfhaut, noch mit der Vergrösserung der Körperlänge, oder der Augentiefe Schritt hält, sondern dahinter etwas zurückbleibt, eine Erscheinung, die freilich lediglich auf Rechnung der Cutis kommt, nicht auch auf die der Epidermis.

In der geschilderten Weise entwickelt sich die Deckschicht bis zum Beginne der Metamorphose. Individuen, bei welchen der Eintritt dieser letzteren aus irgend welchen Gründen weiter hinausgeschoben oder ganz verhindert wurde, zeigen dieses langsame Weiterwachsen noch über das gewöhnliche Maass hinaus.

Die Metamorphose macht damit sofort ein Ende. Während derselben geht die Deckschicht, unter vollständigem Schwunde der Reste des subcutanen Bindegewebes, sehr rasch auf ein im Vergleiche zu früher sehr bescheidenes Maass von Stärke zurück. Auch der feinere Bau, besonders der Epidermis, erleidet dann weitgehende Vereinfachungen.

Die Ausbildung der Deckschicht ging also in den früheren Zeiten der Entwicklung in normaler Weise, und damit wohl auch in normalem Tempo, vor sich und zwar so lange, als das Sehorgan noch auf einer Stufe stand, auf der es auch unter gewöhnlichen Verhältnissen bei Wirbelthieren zum Sehen noch nicht in Betracht kam, d. h. so lange direkt von aussen wirkende Einflüsse, also vor allem der des Lichtes, auch im normalen Auge sich noch nicht geltend gemacht haben konnten. Es kam dann der Zeitpunkt, wo sonst das Auge hätte zu funktioniren beginnen müssen. Da das Thier sich aber zunächst an wenig oder gar nicht beleuchteten Orten aufhielt, kam der Gebrauch des Sehorgans auch vorläufig noch nicht in Frage und die Weiterentwicklung des Auges, damit auch der Deckschicht, wurde wenn auch nicht vollkommen sistirt, doch in hohem Grade verlangsamt. Bei dieser Anordnung blieb es dann, solange die Ursache dazu, der Lichtmangel, andauerte.

Augenmuskeln.

Die Augenmuskulatur tritt jedenfalls sehr spät auf. Sie entwickelt sich aber dann in normaler Weise, wenn auch langsamer, als anderwärts, eine Annahme für deren Berechtigung ja schon die plötzliche kolossale Zunahme der ganzen Muskeln, wie der einzelnen Fasern während der Metamorphose spricht.

Eine genaue Beschreibung der Augenmuskelfasern von Ammocoetes und Petromyzon wurde gegeben.*) Ich habe damals zur Erklärung ihres auffallenden Verhaltens auf zwei verschiedene Wege hingewiesen,**) ohne mich für den einen oder den anderen ausdrücklich entscheiden zu können. Mit Sicherheit vermag ich dies freilich auch jetzt noch nicht, glaube indessen auf Grund wiederholter Untersuchungen, dass nachstehend verzeichnete Deutung der Wahrheit wenigstens nahe kommen dürfte.

Die eine der seinerzeit von mir gegebenen Erklärungen ging dahin, dass die Muskelfasern von Ammocoetes als glatte aufzufassen seien, da sie nicht zur Differenzirung in quergestreifte hätten gelangen können. Nach der anderen Erklärung waren im Gegentheil die Fasern als das aufzufassen, was man gemeinhin mit „quergestreift“ bezeichnet, eine Eigenschaft, die indessen äusserlich noch nicht zum Ausdruck hatte kommen können, da die Fasern noch nie in Funktion getreten, noch nie contrahirt worden waren. Ich glaube nun, dass beide Möglichkeiten zugleich für den Augenmuskel von Ammocoetes zutreffen. Die Entwicklung der übrigen Theile des Auges ist ja während der Larvenperiode eine abnorm langsame, wie sie eben mit Rücksicht auf die geringen an das Sehorgan gestellten Anforderungen nicht anders sein konnte. Die Augenmuskeln legen sich nun schon typisch spät an; bei Ammocoetes dürfte der Zeitpunkt dafür infolge der Verlangsamung in der Allgemeinentwicklung des Auges noch etwas weiter hinausgeschoben worden sein. Zu der Annahme, dass die Augenmuskeln hier dann in schnellerem Tempo sich ausgebildet haben sollten, als das ganze sonstige Auge, liegt absolut kein Grund vor, da ja für sie die bestimmenden Verhältnisse dieselben waren, sie dazu noch während der Ammocoetesperiode gar nicht zu funktioniren hatten. Sie werden also bis zur Metamorphose nur einen sehr geringen Ausbildungsgrad haben erreichen können, doch ist nicht ausgeschlossen, dass schon die höheren Larvenstadien eine, allerdings unbedeutende Anzahl von Muskelfasern besessen haben mögen, welche die Bezeichnung „quergestreift“ verdienten, wenn auch diese Differenzirung, wegen noch nicht erfolgter Contraction, nicht erkennbar geworden war.

---

*) Theil I pag. 12. ff.

**) Theil I pag. 15. ff.

Die Metamorphose, die ja für das Auge überhaupt eine ganz gewaltige Steigerung der Entwicklungsenergie darstellt, brachte eine Menge weiterer Fasern auf jene höchste Stufe, und der nunmehr eintretende Gebrauch der Muskeln liess dann auch das Bild der Querstreifung entstehen, das aber nach dem verschiedenen Contractionsgrade ein verschiedenes sein konnte.

Die Umbildung der Bindegewebselemente zu Muskelfasern war nun aber früher nicht für alle Theile der Muskelanlage zur gleichen Zeit erfolgt, sondern es hatten sich zunächst nur wenige umgewandelt, denen dann mehr und mehr nachfolgten. Somit kann die Entwicklung der Muskelfasern zur Zeit des Eintritts der Metamorphose nicht für alle gleichweit fortgeschritten gewesen sein; es hat daher eine Anzahl der noch am weitesten zurückgebliebenen auch durch die Metamorphose nicht mehr zu quergestreiften umgebildet werden können, ist also glatt geblieben und nur an Umfang erheblich weitergebracht worden. Es zeigt sich hierin die Folge der Thatsache, dass während der Ammocoetesperiode die Entwicklung abnorm langsam vor sich gegangen, folglich nicht genügend vorgearbeitet worden war, um der Metamorphose zu ermöglichen, die Muskelfasern sämmtlich auf den höchsten Standpunkt der Ausbildung zu bringen.

Sclero — Chorioidea.

Die Differenzirung der beiden äusseren Augenhäute aus der Augenkapsel geht während der Larvenperiode nur ganz langsam vor sich, immerhin aber lässt sich dabei ein allmählicher Fortschritt konstatiren. Die Scheidung zwischen Sclera und Chorioidea hat aber auch noch unmittelbar vor der Metamorphose nur einen geringen Grad von Deutlichkeit erlangt. Erst während jener werden die beiden Häute allenthalben scharf gegen einander abgesetzt, und wird auch die Zwischenmembran zur wirklichen Membran umgebildet.

Jene auffallend grossen Ammocoetes, die, wie mehrfach erwähnt wurde, die Metamorphose gleichsam versäumt haben, zeigen die Sclero — Chorioidea ein wenig höher entwickelt, als die direkt vor der Umwandlung stehenden Larven. Sie lassen stellenweise den Anfang einer scharfen Grenze zwischen Sclera und Chorioidea erkennen. Es scheint also, dass hier die Entwicklung in demselben Tempo weitergegangen ist, das auf den höheren Larvenstufen überhaupt eingehalten wird und lediglich durch die Metamorphose eine so bedeutende Beschleunigung erfährt.

Cornea.

Ganz ebenso verhält es sich mit der Cornea. Auch hier ununterbrochenes, aber langsames Weiterbilden während der Larvenzeit; sehr rasche Fertigstellung durch die Metamorphose. Es hat den Anschein, als ob die Stärke der Cornea bei Ammocoetes im Laufe der Entwicklung grossen Schwankungen unterworfen wäre, doch kann sich dies auch daraus erklären, dass es in den meisten Fällen ungemein schwierig, oft geradezu unmöglich ist, eine Grenze zwischen Cornea und Cutis resp. subcutanem Bindegewebe festzustellen. Messungen können daher wohl niemals exakte Zahlen ergeben. Ich habe die in Teil I für die Cornea und Membrana Descemetii verzeichneten Masse später an anderen Exemplaren der entsprechenden Stadien mit anderen Conservirungs-, Färbungs- etc. Methoden nachgeprüft und bin dabei oft zu wesentlich anderen Werthen gelangt, so besonders für die Stadien von 17 und von 20 cm Thierlänge. Es hat sich jedoch dabei ebenfalls wieder die Unmöglichkeit vollständig zuverlässigen Messens herausgestellt; ich sehe daher davon ab, die neuerdings gewonnenen Zahlen hier nachzutragen. Im allgemeinen bleibt ja doch die Thatsache bestehen, dass die Stärke der Gesammtcornea (also incl. Membrana Descemetii) des Ammocoetes, von einigen Schwankungen abgesehen, verglichen mit der Augentiefe, bis zur Metamorphose ganz allmählich, während dieser dann sehr rasch, abnimmt.

Die über den Zeitpunkt der Metamorphose hinaus als solche weiterwachsenden Ammocoetes zeigen dagegen dann wieder eine leichte Dickenzunahme in ihrer Hornhaut.

Die Cornea hatte sich ursprünglich aus ziemlich lockeren Bindegewebszügen angelegt, die im Laufe der Entwicklung einen immer strafferen, festeren Bau annahmen. Die engere Lagerung der Corneaelemente bewirkte dann eine Stärkenabnahme der Haut. Da aber das Tempo der Entwicklung während der Larvenperiode ein ungewöhnlich langsames war, so vollzog sich auch diese Verdünnung sehr langsam. Erst die sehr gesteigerte Entwicklungsenergie während der Metamorphose bewirkte dann auch eine raschere Weiterbildung der Cornea: ihre Züge wurden noch viel feiner, gestreckter, enger gelagert, und demgemäss die Stärke der Hornhaut ganz bedeutend verringert. Bei den der Metamorphose ausnahmsweise nicht anheimfallenden grossen Ammocoetes stellte sich dagegen die Wirkung eines Nachlassens in der Entwicklungsenergie ein: diese ging hier in Bezug auf die Cornea augenscheinlich gleichsam auf die Neige. Da nun neuer Anreiz durch den Einfluss veränderter, intensiver wirkender Lebensbedingungen ausblieb, so musste auch die Weiterdifferenzirung der Hornhaut schliesslich unterbleiben. Diese nahm absolut an Stärke zu, da aber damit keine Verdichtung ihres Gefüges Hand in Hand ging, so war diese Zunahme, im Gegensatz zu sonst, auch eine relative (verglichen mit der Augaxenlänge).

Glaskörper.

Über das Corpus vitreum selbst ist an dieser Stelle nichts zu bemerken.

Während des Larvenlebens existiren verschiedene Vorrichtungen, um die Linse in ihrer Lage festzuhalten. Dieselben bilden sich sämmtlich aus Theilen des Bindegewebes, das mit der Glaskörperanlage in den Augenbecher hereinkommt. Sie verschwinden wieder vollkommen nach Erfüllung ihrer Aufgabe, resp. nachdem sie darin durch andere, neugeschaffene Apparate abgelöst worden sind. Ob diese Einrichtungen bei Ammocoetes vielleicht längere Zeit in Funktion gewesen sind, als in anderen Augen, vermag ich nicht anzugeben.

Linse.

Die Linse des Ammocoetes entwickelt sich, ohne Besonderheiten dabei aufzuweisen, langsam bis zur Metamorphose, während welcher dann das Tempo wesentlich verschnellert wird. Stets bleibt ein embryonaler Rest, indem die Linsenhöhle als ganz schmaler Spalt zwischen Linsenkörper und Linsenepithel persistirt. Diese Erscheinung ist auf das abnorm langsame Fortschreiten der Entwicklung des Auges während der Larvenperiode zurückzuführen. Es wurde in dieser Zeit nicht genügend vorgearbeitet, so dass dann die, an und für sich ja sehr bedeutende Energie der Metamorphose zu einem vollständigen Fertigmachen des Organes doch nicht ausreichte. Der Grund davon liegt in den während des Larvenlebens herrschenden Existenzbedingungen, die ein Bedürfnis zu rascher Weiterentwicklung nicht fühlbar werden liessen.

Zu den in Theil I niedergelegten Angaben möchte ich hier noch Folgendes nachtragen: Es wurde dort*) gesagt, dass das Linsenepithel auf niedrigerer Entwicklungsstufe einen mehrschichtigen Bau zu besitzen scheine. Die Untersuchung einer Anzahl weiterer jüngerer Stadien von Ammocoetes hat nun mit Sicherheit ergeben, dass der distale Theil der Linsenblase, also eben das spätere Linsenepithel, von Anfang an einschichtig aufgebaut ist. Die mehrschichtige Anordnung desselben, wie sie mir in den früher beschriebenen Exemplaren entgegentrat, ist daher entweder durch individuelle Abnormität zu erklären, was übrigens wohl kaum anzunehmen, oder aber als ein in meinen Praeparaten durch den Verlauf der Schnittrichtung hervorgerufenes Trugbild aufzufassen, eine Vermuthung, die ich übrigens an obiger Stelle bereits ausgesprochen habe.

Iris und Ciliarkörper.

Für diese Theile des Petromyzonauges gilt dasselbe, was sich für alle übrigen bisher betrachteten ergeben hat. Es findet während der Larvenzeit eine ziemlich regelmässige, aber sehr langsame Weiterentwicklung statt, die dann in der Metamorphose sehr rasch zum endgiltigen Abschluss durch Bildung der fertigen Organe gebracht wird. Es bleiben dabei jedoch noch Spuren des embryonalen Baues erhalten.

Unter letzteren Gesichtspunkt fällt vor allem wohl die geringe Ausbildung des Ciliarkörpers, der sich von der Linse stets eine erhebliche Strecke entfernt hält.

Weiterhin findet sich in der Iris zwischen ihrem inneren und mittleren Blatte, d. h. zwischen dem retinalen und dem Pigmentepithelteil, in vielen Fällen noch ein letzter Rest der primären Augenhöhle in Form einer feinen Spalte.

Das Vorhandensein dieser embryonalen Überbleibsel dürfte sich folgendermassen erklären: Die Entwicklung während der Larvenperiode war eine abnorm langsame, es wurden daher an die Entwicklungsenergie, mit welcher das bis dahin Versäumte durch die Metamorphose nachgeholt werden sollte, abnorm hohe Anforderungen gestellt. Diesen konnte nicht im vollen Umfange genügt werden. daher wurden in erster Linie die für die Funktionsfähigkeit des Auges absolut notwendigen Theile berücksichtigt: Zu diesen gehört nun aber weder Ciliarkörper noch Iris, wenigstens, was bei letzterer den feineren Bau betrifft; dieselben blieben daher in der Entwicklung etwas zurück.

---

*) Theil I pag. 25.

Pigmentepithel.

Die Zellen der Pigmentlamelle entwickeln sich während der Larvenperiode langsam und stetig weiter; die Einrichtung der Retina A übt auf sie wenig, oder keinen Einfluss aus, höchstens mag es zuweilen scheinen, als ob die, übrigens während des ganzen Larvenlebens allenthalben noch wenig entwickelten Ausläufer, soweit sie der Retina A gegenüber liegen, etwas länger und stärker wären, als anderwärts. Wie geschildert wurde, tritt Pigment zuerst in den dorsalen Theilen des Pigmentepithels auf und verbreitet sich, von hier aus ventralwärts fortschreitend, allmählich über die ganze Haut. Die der Retina A entsprechenden Partien derselben zeigen in dieser Beziehung absolut keine Bevorzugung: weder dehnt sich das Pigment über sie hin schneller aus, noch findet es sich hier dichter angeordnet. Auch darin mag man einen Beweis für den provisorischen Charakter der unter der Bezeichnung „Retina A“ zusammengefassten Einrichtungen sehen.

Retina.

In der Netzhaut von Ammocoetes sind zwei verschiedene Regionen zu unterscheiden, die ich in Theil I dieser Untersuchungen als Retina A und Retina B bezeichnet habe. Auf welcher Entwicklungsstufe diese Sonderung zum erstenmale sich zeigt, vermag ich auf Grund eigener Anschauung nicht festzustellen, da die kleinsten von mir untersuchten Larven jenen Rayon bereits in ziemlicher Ausdehnung (Durchmesser 0,11 mm) besitzen. W. Müller beschreibt ihn zuerst an einer Larve von 2,5 cm Länge und zwar bereits mit 0,1 mm Durchmesser. Das vorhergehende Stadium (1,4 cm Thierlänge) scheint aber davon noch keine Spur gezeigt zu haben. Nach meinen eigenen Befunden geht der Durchmesser des Rayons auch bei den grössten Ammocoetes nicht über 0,16 mm hinaus. Es scheint also, dass derselbe sich schon auf niederer Larvenstufe, gleich ziemlich breit, anlegt, aber dann im Laufe der Weiterentwicklung an Ausdehnung nur wenig gewinnt, eine Erscheinung, die folgendermaassen zu erklären sein dürfte:

Die Netzhaut legt sich in der typischen Weise an; sie bildet sich anfangs normal weiter und zwar auch in Bezug auf das Tempo der Entwicklung. An einem gewissen Zeitpunkte nun, der, wie bereits mehrfach betont wurde, für das Ammocoetesauge überhaupt bedeutungsvoll ist, tritt auch für die Netzhaut eine Verlangsamung der Entwicklung ein. Es ist dies die Stufe, auf welche das Sehorgan normaler Weise nunmehr dem direkten Einfluss des Lichtes ausgesetzt werden und beginnen sollte, seine Funktionen zu thun, daran aber durch die besonderen äusseren Umstände verhindert wird. Diese letzteren sind nun nicht derartige, dass dadurch jede Einwirkung des Lichtstrahls vollständig ausgeschlossen würde. Das Auge wird sich daher doch, wenigstens bis zu einem gewissen Grade, funktionsfähig gestalten müssen. In erster Linie handelt es sich dabei dann um Herstellung einer einigermassen leistungsfähigen Netzhaut. Diese durchweg auf die Höhe der Ausbildung zu bringen, dazu reichte das noch zur Verfügung stehende Material nicht aus, sie konnte daher vorläufig nur in einem begrenzten Abschnitte zu feinerer Differenzirung gelangen. Es wurde die abnorme Langsamkeit in der Netzhautentwicklung für einen der Einfallsöffnung des Lichtstrahles gegenüberliegenden Theil derselben aufgegeben. Die Retina bildete sich also hier so weiter, wie sie, ohne jene Verlangsamung, in ihrem ganzen Umfange sich entwickelt haben würde, während im übrigen an dem einmal angegebenen langsamen Tempo festgehalten wurde. Es differenzirt sich so gegen die gewöhnliche Ammocoetesretina B ein rascher fortentwickelter Rayon als Retina A.

Es ist eigentlich nicht ganz richtig, zu sagen, dass die Entwicklung der Retina A nach erfolgter Wiederbeschleunigung der Ausbildung für diese Partie eine ganz normale sei. Dieselbe zeigt vielmehr in mehreren Punkten deutlich den provisorischen Charakter. Vor allem drückt sich dieser darin aus, dass die percipirenden und leitenden Elemente erheblich weniger enge gedrängt stehen, folglich weniger zahlreich sind, als nach der Metamorphose in der gesammten Retina, oder auch schon während der Ammocoetesperiode in der Retina B, wo sie freilich auf viel niedrigerer Ausbildungsstufe stehen. Es kam eben die ganze zur Verfügung stehende Entwicklungsenergie in der Weiterbildung der vorhandenen Elemente, in ihrer schnelleren Differenzirung, zum Verbrauche, so dass zur Vermehrung derselben nichts oder wenig mehr übrig blieb. Diese Thatsache fällt ganz besonders für die Sehzellen auf. Weiterhin spricht für den provisorischen Charakter der Retina A der Umstand, dass das Stützsystem, das ja zum Sehakte nicht direkt erforderlich ist, hier sich keineswegs etwa höher entwickelt zeigt, als in Retina B; die Beschleunigung, welche die Ausbildung der nervösen Elemente erfahren hat, ist auf die stützenden nicht ausgedehnt worden.

Erst während der Metamorphose holte dann die Retina B die in der Differenzirung vorausgeeilte A wieder ein, und zwar dürfte dies sowohl durch ein Stehenbleiben der ja früher dem Zustande der Vollendung nahegekommenen A, als auch dadurch bewirkt werden, dass die Retina B die letzten sie noch von der Retina A trennenden Stufen der Entwicklung besonders rasch überwindet, eine Erscheinung, die sich ja in der Metamorphose immer wieder geltend macht.

Dass die Sehzellschicht von Petromyzon keine Stäbchen, sondern nur Zapfen aufweist, ist gegenüber dem sonstigen Verhalten dieser Netzhautschicht bei Fischen auffallend, doch berechtigt diese Thatsache nicht dazu, die Retina deshalb für unvollkommen entwickelt anzusehen. Besitzen ja doch auch die Netzhäute viel höher stehender Thierklassen normaler Weise nur Zapfen.

Opticus.

Das Verhalten der nervösen Theile der Opticusanlage bei Ammocoetes hängt direkt mit der Beschaffenheit der Retina zusammen. Mit Weiterentwicklung der letzteren und Neubildung von Opticusganglienzellen vermehrt sich die Zahl der Opticusfasern, zunächst in der retinalen Schicht und weiterhin auch im Sehnerven selbst. Die Ausbildung der Retina schreitet nun, wenn auch mit Unterbrechungen, doch immerhin wenigstens ohne Rückschläge, langsam fort; entsprechend dann auch der Nervus opticus. Ohne Einfluss ist dabei augenscheinlich die im Vergleich zum Entwicklungstempo der übrigen Netzhaut beschleunigte Ausbildung jenes Theils derselben als Retina A, denn diese Einrichtung entsteht zu einer Zeit, wo in der ganzen Ausdehnung der Netzhaut sich bereits eine Schicht der Opticusganglienzellen, und damit eine Opticusfaserschicht entwickelt hat. Die besondere Ausbildung der Retina A hat aber jedenfalls keine raschere Vermehrung ihrer Elemente, damit auch keine Änderung in den Zahlenverhältnissen der von den Opticusganglienzellen ausgehenden Opticusfasern, zur Folge.

Es tritt also auch für den Opticus das für die Retina geltende Prinzip zu Tage: langsame Weiterbildung während der Larvenperiode, sehr bedeutende Beschleunigung derselben durch die Metamorphose.

Fraglich erscheint es mir, ob das eigenthümliche Gebilde des Axenstranges im extrabulbalen Sehnerv von Ammocoetes und Petromyzon sich ebenfalls auf die, infolge der Lebensbedingungen der Larve etwas abnorm verlaufende Entwicklung des Auges zurückführen lässt. Über seine Herkunft habe ich mich bereits in Theil 1 ausgesprochen.

Warum verschwinden nun aber die in dem Sehnerven eingeschlossenen Gewebstheile nicht wieder, wie dies in den Sehnerven aller übrigen Vertebraten mit normaler Augenentwicklung der Fall ist? Warum gewinnen sie nur gerade bei Petromyzon sogar eine besondere, ganz bestimmte Anordnung zu einem wohl ausgebildeten, dem der Netzhaut in vielen Beziehungen ungemein ähnlichen Stützsystem? Ich muss gestehen, dass mir auf diese Fragen bis jetzt noch jede Antwort fehlt. Jedenfalls glaube ich aber, dass es zur Erklärung des Persistirens jener eingeschlossenen Massen gleichgiltig ist, ob man dieselben aus dem Ectoderm oder aus dem Mesoderm abstammen lässt.

Fassen wir nun die Resultate vorstehender Erwägungen zusammen, so ergiebt sich fürs Petromyzonauge etwa folgendes:

Das Auge legt sich normal an. Es wirken nun aber bei der Weiterentwicklung zwei Momente einander entgegen. Auf der einen Seite zeigt sich nämlich das Streben, mit Rücksicht auf die Aufgaben, welche dem Organe beim erwachsenen Thiere bevorstehen, dasselbe möglichst weit auszubilden, also dem typischen Entwicklungsplane zu folgen; auf der andern Seite werden an das Sehorgan während weitaus des grössten Theiles der Lebenszeit nur sehr geringfügige Anforderungen gestellt, ein Umstand, der auf die Entwicklung nicht ohne Wirkung bleiben kann. Das Resultat dieses Gegensatzes ist dann, dass während der Larvenperiode zwar eine Weiterentwicklung stattfindet, aber in sehr langsamem Tempo. Dass letzteres übrigens auch noch durch andere Umstände bestimmt wird, soll weiter unten noch näher gezeigt werden.

Für die nun aber schon frühe sich geltend machende Nothwendigkeit der Lichtperception während der Larvenzeit bildete die Retina einen provisorischen Apparat aus.

Durch die Metamorphose sollen alle Theile des Auges zur Vollendung gebracht werden. Dies hat aber zur Voraussetzung eine Art von Vorarbeit in der Ausbildung, die während der Larvenperiode gethan sein muss. Wo dieselbe nicht bis zu einem gewissen Grade gediehen ist, vermag auch die Metamorphose keine vollständig fertige Ausbildung zu schaffen. Es dürften sich so die, freilich nur geringfügigen, embryonalen Reste erklären, die in Persistenz von Spuren der Linsenhöhle und der primären Augenhöhle übrig geblieben sind. Solche Erinnerungen an embryonale Verhältnisse finden sich ja übrigens da und dort auch in normal ausgebildeten Organen und berechtigen an und für sich noch keineswegs dazu, von einer abnormen Entwicklung zu sprechen.

Myxine glutinosa.

Orbita.

In erster Linie auffallend ist hier das beinahe vollständige Fehlen einer Orbita, die ja bei Petromyzon auch nicht zu hoher Ausbildung gelangt, aber doch immer unzweifelhaft vorhanden ist. Auch sonstige den Bulbus schützend umgebende Skeletttheile fehlen. Wie schon in Theil I bemerkt wurde, konnte ich Myxine nicht embryologisch untersuchen, vermag also nicht anzugeben, ob auf tieferen Entwicklungsstufen eine solche Schutzvorrichtung vorhanden gewesen und dann allmählich wieder verschwunden ist. Es erscheint mir indessen dieser Fall im höchsten Grade unwahrscheinlich. Denn wenn es auch nach anderweitigen Erfahrungen keinem Zweifel unterliegen kann, dass Theile des inneren Skelettes, sogar nach eingetretener vollständiger Verkalkung, abändern und ev. wieder verschwinden können, so geht ein derartiger Process doch stets verhältnismässig langsam vor sich. Die Widerstandsfähigkeit dieser Gewebstheile ist immer eine grössere, als z. B. diejenige des Muskel- oder Nervensystems. Eine Rückbildung der Orbita könnte nun ja nur im Anschluss an eine solche des Sehorgans vor sich gegangen sein. Nun ist aber von letzterem — einmal den Fall von „Rückbildung“ angenommen — immer noch sehr viel übrig geblieben, so dass es nicht denkbar wäre, dass nur gerade die Schutzvorrichtungen bereits wieder in so hohem Grade zurückgegangen sein sollten. Weit näher dürfte daher die Annahme liegen, dass die Bildung einer Orbita zwar begonnen, aber nicht über ein sehr niederes Anfangsstadium hinausgeführt worden sei. Von den wenigen früheren Untersuchern der Myxineauges geht keiner näher auf die vorliegende Frage ein.

Bulbus oculi.

Die Form des Bulbus ist etwa die eines Rotationsellipsoids, dessen lange Axe fast das Doppelte der kurzen ausmacht. Ähnlich wird dieselbe auch von Leydig und Wiedersheim geschildert. Die Augaxe wird dabei durch eine der kurzen Axen dargestellt, der distale Augenpol ist also da angenommen, wo, den Fall ungestörter Entwicklung vorausgesetzt, die Linse ihren Platz gefunden haben müsste. Die für ein Fischauge ungewöhnliche Gestalt des Augapfels von Myxine erklärt sich wohl ohne weiteres durch das Fehlen der Linse; in zweiter Linie mag dazu auch die infolge der hemmenden Einflüsse eingerissene Planlosigkeit in der weiteren Ausbildung dieses Organes beigetragen haben.

Auch die Lage des Bulbus am Schädel erscheint mir nicht gerade sehr auffallend. Es pflegt zwar typisch im allgemeinen der Augenblasenstiel vom Gehirn aus entschieden mehr lateralwärts, als oralwärts hinzuwachsen, die Bahn für die Sehnervenfasern verläuft also meist unter einem dem rechten ziemlich genäherten Winkel zur Längenaxe des betr. Thieres. Es kommt jedoch andrerseits häufig genug vor, besonders bei Fischen, dass der Augenblasenstiel in fast rein oraler Richtung vom Centralnervensystem abgeht, ganz so, wie sich dies auch bei Myxine findet. Wenn bei jenen Fischen mit normalem Sehorgan der Augenblasenstiel am oralen Ende seines Verlaufes, also kurz vor Übergang in die Augenblase, immer doch noch eine Wendung lateralwärts, dabei oft zugleich etwas dorsalwärts, macht, so hängt diese Erscheinung ohne Zweifel mit der typisch in lateral-medialer Richtung vor sich gehenden Einstülpung der Augenblase zum Augenbecher zusammen, die zur selben Zeit, wie die Linsenbildung erfolgt. Eine solche Einstülpung ist, wie des Näheren ausgeführt wurde,*) im Auge von Myxine nun aber unterblieben, und damit der Anlass zur Richtungsänderung des Augenblasenstieles weggefallen. Die für das Sehorgan von Myxine als einzige stattfindende Einstülpung, die sonst als diejenige der foetalen Augenspalte bekannt ist, geht in anderer Richtung vor sich (ventrodorsal- und zugleich caudalwärts), kann daher eine Einwirkung auf die Lagenverhältnisse des Augenblasenstieles in der oben bezeichneten Weise auch nicht ausüben.

Ein Zeichen der nichtnormalen Entwicklung des Myxineauges darf also in dem etwas abweichenden Verlaufe des Augenblasenstieles, und damit des Sehnerven, an und für sich nicht gesehen werden.

Sehr auffallend ist dagegen die Kleinheit des Organs. Verhältnisszahlen zwischen seinen Dimensionen und der Thierlänge aufzustellen, ist mir leider nicht möglich gewesen, da mir letztere in den meisten Fällen nicht genau bekannt war. Soviel ist aber sicher, dass, die Thierlänge berücksichtigt, das Auge von Myxine in der Grösse ganz bedeutend z. B. hinter demjenigen von Petromyzon und Ammocoetes zurückbleibt.

Deckschicht.

Die Bildung des Augenbechers ist, wie gezeigt wurde, ausschliesslich auf Rechnung einer einzigen, ventro-dorsalwärts vor sich gegangenen Einstülpung zu setzen. Es fehlt dem Auge daher — neben der Linse — vor allem zunächst eine richtige dem Lichtstrahle zugewandte Einfallsöffnung. Es kann demnach zweifelhaft sein, ob man überhaupt berechtigt ist, von einer augendeckenden Hautschicht zu sprechen, da unter einer solchen ja sonst immer Gewebslagen verstanden werden, die von dem Lichtstrahle auf seinem direkten Wege, durch Pupille und brechende Organe bis zu den percipirenden, zu passiren sind. Für Myxine trifft diese Voraussetzung nun freilich streng genommen nicht zu, doch handelt es sich ja ohne Frage auch hier um Gewebstheile, die von dem zur Retina dringenden Lichtstrahle passirt werden, wenn demselben auch dabei durch Apparate, wie eine Pupille, Linse etc. nicht entgegengekommen wird, er vielmehr im Gegentheil ausser der Deckschicht noch andere Hindernisse, die ihm z. B. die Lage des Bulbus darbietet, zu überwinden hat.

Wie die angegebenen Maasse zeigen, ist die Deckschicht sehr stark und setzt sich nicht nur aus Hauttheilen (Epidermis und Cutis), sondern auch aus bedeutenden Zügen subcutanen Bindegewebes zusammen. Ausserdem ziehen sich, proximal von den letzteren, noch starke Muskelmassen über das Auge hin.

Epidermis und Cutis vor dem Sehorgan unterscheiden sich in nichts von der sonstigen Kopfhaut. Das Beispiel von Petromyzon zeigt nun aber, dass mit der besonderen Differenzirung dieser Gewebstheile schon während der Larvenperiode der Anfang gemacht, dieselbe aber dann während dieser Zeit jedenfalls nur zu einem geringen Grade durchgeführt wird. Erst in der Metamorphose, also zu einer Zeit, während welcher auch das Auge selbst zum wirklichen Sehen erst fertig gemacht wird, kommt es dann zu einer vollständigen Ausführung jener Einrichtung. Es erleiden dabei Cutis und Epidermis, besonders letztere, hinsichtlich Bau und Stärke, ganz bedeutende Veränderungen. Bei Myxine zeigt sich aber davon keine Spur. Hätte nun das Sehorgan dieses Thieres im Verlaufe seiner Entwicklung einmal einen höheren Ausbildungsgrad erlangt gehabt, durch den es zum wirklichen Sehen tauglich gewesen wäre, so müsste zu jener Zeit auch die Deckschicht bereits eine für diesen Akt weniger hinderliche Beschaffenheit gehabt haben, müsste also wohl vor allem erheblich dünner gewesen sein. Die Epidermiselemente hätten sich in der charakteristischen Weise angeordnet, die Epidermisdrüsen wären in Wegfall gekommen, die Cutis hätte einen strafferen Verlauf ihrer Fasern erhalten, wäre kernärmer geworden etc. etc. Es ist nun aber unmöglich, anzunehmen, dass alles dies vorhanden gewesen und dann später wieder spurlos verschwunden sein sollte. Die Beschaffenheit der Deckschicht von Myxine scheint mir daher einen der Gründe abzugeben, die gegen die Wahrscheinlichkeit einer Rückbildung dieses Auges im allgemeinen sprechen. Die Annahme, dass ein einfaches Stehenbleiben des Myxineauges, eine Sistirung der Weiterentwicklung, stattgefunden habe, hat dagegen keines der angeführten Momente gegen sich.

---

*) Theil I pag. 52.

Weiterhin folgt aus dem Obigen, dass die Muskelmassen sich schon zu einer Zeit vor das Auge gelegt haben müssen, zu welcher dasselbe für den Sehakt noch nicht erheblich in Betracht kommen konnte. Ob die Anwesenheit dieser Muskeln mit dem Stehenbleiben des Auges auf einer gewissen Entwicklungsstufe in ursächlichem Zusammenhange steht, ist eine Frage, die weiter unten behandelt werden wird.

Eine Vergleichung der Stärkenverhältnisse der Deckschicht lehrt folgendes: Bei den Ammocoetesstadien von 6 cm Thierlänge beträgt das Verhältniss zwischen Stärke der Deckschicht und Augentiefe 1 : 4,25. Bei höher entwickelten Ammocoetes wird dann, im Grossen und Ganzen betrachtet, die Deckschicht im Verhältniss zur Augaxenlänge ganz allmählich, aber unverkennbar, dünner. Es geht dann jenes Verhältniss während der Metamorphose sehr rasch auf 1 : 57,6 herunter. Der kleinste von den untersuchten Ammocoetes hatte also weitaus die stärkste Deckschicht, und doch ist diese im Vergleich zur Augentiefe noch immer wenig mehr als halb so mächtig, wie bei Myxine, wo das bezeichnete Verhältniss sich auf 1 : 2,93 stellt — die Muskellagen ganz ausser Betracht gelassen Die Hemmung muss also bei Myxine hiernach auf einer Stufe stattgefunden haben, erheblich niedriger, als diejenige, welche der Ammocoetes von 6 cm Thierlänge einnimmt.

Augmuskeln.

Augmuskeln fehlen vollständig. An ihrer Stelle lassen sich zuweilen Züge von Bindegewebe, das von dem der Umgebung durch etwas strafferen Bau und consequent durchgeführte Richtung im Faserverlauf sich abhebt, konstatiren. Diese Züge finden sich an dem Platze, den bei entwickelteren Augen die Musculi recti einnehmen, doch ist es mir nie gelungen, sie in demselben Auge für alle vier recti zugleich nachzuweisen: bald fehlt der eine, bald der andere, bald auch alle. Ich glaube indessen, dass man unbedenklich diese Gewebszüge als Vorläufer der geraden Augenmuskeln auffassen darf, obgleich noch jede Spur von wirklichen Muskelfasern sich darin vermissen lässt. Von den obliqui fehlt auch diese erste Andeutung immer vollständig.

Der kleinste von mir betrachtete Ammocoetes besitzt bereits Anlagen von Augenmuskeln, die zwar noch grossentheils in gewöhnlichen Bindegewebszügen bestehen, aber doch dabei schon reichliche, ganz unverkennbare Muskelfasern bergen. Das Myxineauge steht also auch, was die Muskulatur betrifft, zweifellos auf einer tieferen Stufe, als das Sehorgan jener kleinsten Ammocoetes.

Die Annahme einer Rückbildung früher vorhandener Augenmuskeln scheint mir schon durch die Beschaffenheit der vorhandenen Spuren ausgeschlossen zu werden.

Sclero — Chorioidea und Cornea.

Eine wirkliche, immer durchführbare scharfe Trennung von Chorioidea und Sclera fehlt dem Sehorgan von Myxine. Dasselbe besitzt jedoch eine deutliche Augenkapsel, die gegen die Mesodermmassen der weiteren Umgebung stets ganz klar sich absetzt. Dieselbe umschliesst den Bulbus in seinem ganzen Umfange ungefähr in derselben Stärke, mit Ausnahme der Stelle der noch offenen foetalen Augenspalte. Ignorirt man nun diesen kleinen Fleck und nimmt einmal an, dass die Augenkapsel überall die gleiche Dicke besitze, so lassen sich aus einer Vergleichung dieser Stärkenverhältnisse einige Schlüsse ziehen.

Es hat nämlich die Sclero-Chorioidea bei einer Anzahl der untersuchten Thiere etwa eine Dicke von 0,0133 mm, was bei einem Bulbusvolum von 0,0192 cbmm ein Volumen von etwa 0,0043 cbmm bedeutet. Zieht man zum Vergleich einen erwachsenen Petromyzon mit ca. 3,178 cbmm Bulbusvolum heran, dessen Sclera und Chorioidea zusammen 0,0389 mm dick sind, so ergiebt sich hier ein Augenkapselvolum von ca. 0,392 cbmm. Es wurde dabei die besondere Differenzirung der Cornea ebenfalls ausser Betracht gelassen.

Während nun bei Myxine das Volumen der Sclero-Chorioidea zu demjenigen des ganzen Bulbus sich verhält, wie 1 : 4,46, ergiebt sich für Petromyzon hierbei das Verhältniss 1 : 8,107.

Es differiren nun die Maasse von Augenhöhe, Tiefe, Volumen etc. für die verschiedenen Exemplare auch bei gleicher Thierlänge oft nicht unbedeutend, und ist es daher natürlich, dass bei einem anderen zu obigen Vergleichungen benützten Individuum sich auch andere Zahlen ergeben können, die oft ziemlich weit auseinandergehen werden. Weiterhin mussten ja für die Messungen bei Myxine die Stelle der offenen Augenspalte, bei Petromyzon die etwas abweichende Stärke der Cornea ignorirt werden. Auch infolge dieses Umstandes können dann die angegebenen Zahlen nur auf ganz annähernde Richtigkeit Anspruch machen. Trotz alledem geht aber aus ihnen deutlich hervor, dass der Antheil, den die Sclero-Chorioidea an der Zusammensetzung des Bulbus hat, bei Myxine stets ein ganz erheblich grösserer (fast das Doppelte betragend) ist, als im Auge des erwachsenen Petromyzon, dass die Augenkapsel von Myxine also immer ganz unverhältnissmässig stärker ist, als diejenige von Petromyzon.

Ob bei den verschiedenen Ammocoetesstadien die Augenkapsel jemals einen so grossen Antheil am Aufbau des Augapfels nimmt, wie bei der erwachsenen Myxine, vermag ich nicht zu sagen, da mir keine Petromyzonlarven der frühen Entwicklungsstufen zur Verfügung waren. Der jüngste Ammocoetes, den ich untersuchen konnte, besass, wie öfters bemerkt, eine Länge von 6 cm. Sein Sehorgan war noch sehr wenig ausgebildet,*) doch immer viel höher, als das weitestentwickelte Myxineauge. Es hatte bei ihm die Sclero-Chorioidea eine Stärke von 0,0084 mm, ein Volumen von ca. 0,0034 cbmm. Das Verhältniss von Augenkapselvolum zu Bulbusvolum kommt auf 1 : 7,7 zu stehen, ein Verhältniss, das dem beim erwachsenen Petromyzon sich findenden ziemlich ähnlich ist. Ältere Stadien von Ammocoetes zeigen dann wieder andere Verhältnisszahlen, wie 1 : 14,4; 1 : 8,1; 1 : 11,1 etc., ohne dass dabei sich eine Gesetzmässigkeit erkennen liesse. Immer aber ist der Anteil, den die Augenkapsel am Aufbau des Augapfels nimmt, ein sehr viel geringerer, als dies im Myxineauge der Fall ist. Dieses steht also, das genannte Verhältniss als Massstab genommen, auf viel tieferer Stufe, als die Ammocoetesstadien, mindestens bis zu Tierlänge 6 cm hinunter.

---

*) Theil I pag. 6 f.; pag 16 ff.

Das Gewebe der Augenkapsel bleibt bei Myxine durch die offene foetale Augspalte dauernd in festem Zusammenhang mit den Massen der Glaskörperanlage. In anderen Augen verliert sich diese Verbindung schon sehr früh. Fürs Myxineauge hierin eine Rückbildungserscheinung sehen zu wollen, wäre widersinnig, es handelt sich vielmehr lediglich um eine Hemmung in der Weiterentwicklung, die in diesem Falle schon auf sehr niedriger Stufe eingetreten ist, viel niedriger z. B. als diejenige des mehrfach erwähnten jüngsten Ammocoetesauges.

Ganz ähnlich verhält es sich auch mit dem feineren Bau der Augenkapsel, der bei Myxine zweifellos ebenfalls eine noch niedrigere Stufe darstellt, als bei dem jüngsten der von mir untersuchten Ammocoetes. Die verschiedenen Myxineaugen zeigen zwar einen verschiedenen Grad in der Differenzierung ihrer Augenkapsel; sehr selten ist dieselbe jedoch über die allerersten Anfänge einer Trennung in zwei Teile hinausgekommen, jedenfalls nie weiter, als bis zu dem geringen Grade, den schon die Sclero-Chorioidea der Ammocoetes von 6 cm Tierlänge aufweist.

Auch bei Myxine berechtigen die äusseren Lagen der Sclero-Chorioidea hauptsächlich durch ihren Zusammenhang mit den — unverkennbaren — Anfängen der duralen Opticusscheide dazu, sie als künftige Sclera aufzufassen und von den inneren, eines solchen Zusammenhanges entbehrenden, zu unterscheiden. Ob diese letzteren sich selbst zu einer Chorioidea umgebildet haben würden, oder ob eine solche auf andere Weise zustande gekommen wäre (etwa durch das Perivasculargewebe hereinwachsender Gefässe), dafür fehlt noch jeder Anhaltspunkt.

In der Verteilung der Gefässe findet die Unterscheidung zweier getrennter Häute der Augenkapsel absolut keine Unterstützung, da jene, von sehr geringer Entwicklung, ganz gleichmässig in den äusseren, wie in den inneren Lagen der Augenkapsel angetroffen werden.

Pigmentierung fehlt der Sclero-Chorioidea des Myxineauges stets durchaus; dasselbe steht also in dieser Beziehung unbedingt auf einer tieferen Stufe, als das Sehorgan jenes kleinsten Ammocoetes, bei welchem ja stets ganz unverkennbare, oft aber schon recht bedeutende Anfänge von Pigmentansammlungen, auch in der Augenkapsel, zu konstatieren sind.

Die Anlage der Augenkapsel erfolgte kurz nach Bildung des Augenbechers, indem sich das Bindegewebe aus der nächsten Nachbarschaft des letzteren fest an ihn anlegte und sich dann bald gegen die Mesodermmassen der weiteren Umgebung scharf absetzte. Mit den Bindegewebszügen, die die Einstülpung zum Augenbecher bewirkt hatten, also der Glaskörperanlage, blieb der Zusammenhang ungestört erhalten. Im Inneren der Augenkapsel begann sich dann eine Scheidung in zwei Blätter vorzubereiten, die indessen niemals sehr weit gedeiht. Ebensowenig kommt es zur Ausbildung einer Zwischenmembran, wenn auch einzelne dem Pigmentepithel anliegende Gewebszüge der Kapsel durch die Thatsache ihres Zusammenhanges mit aus der Retina kommenden Bindegewebsfasern sich als Anlage einer solchen darstellen. Ehe es jedoch zur Durchführung dieser Differenzierungen kommen kann, tritt ein vollständiger Stillstand der Entwicklung ein.

Dass schon früher eine Hemmung, ein Nachlass der Wachstumsenergie, stattgefunden haben muss, geht daraus hervor, dass normalerweise die Verbindung zwischen Augenkapsel und Glaskörperanlage schon zu einer Zeit wieder verschwinden müsste, wo die übrige Augenkapsel über die ersten Anfänge noch nicht hinaus ist. Ein solcher Abschluss der beiderseitigen Bindegewebszüge gegen einander ist aber nicht zustande gekommen, der Grund dafür muss also im Eintritt eines Stillstandes der Weiterentwicklung liegen. Im Inneren bildete sich aber danach die Augenkapsel noch fort, bis zu der endlich auch für sie sich geltend machenden definitiven Sistierung. Von einer Cornea kann nach der Natur der Sache bei Myxine niemals die Rede sein; man konnte höchstens von einem Teile einer solchen, einer Cornea propria nebst Anlage einer Membr. Descemetii, sprechen. Diese unterscheiden sich aber in nichts von der übrigen Augenkapsel, von der sie lediglich die distalen Partien bilden.

Linse.

Von einer Linse zeigt das Auge von Myxine keine Spur. Zur Erklärung dieser Thatsache mag eine Betrachtung der Entwicklungsgeschichte des Organs dienen, so wie sich diese eben auf Grund der im Auge des erwachsenen Tieres zurückgebliebenen Spuren rekonstruieren lässt.

Der Augenblasenstiel zog sich vom Centralnervensystem aus zunächst in fast rein oraler Richtung hin und bildete in der typischen Weise die primäre Augenblase. Entspricht bis hierher der Entwicklungsgang des Sehorgans von Myxine demjenigen anderer Wirbeltieraugen, so beginnt sich nunmehr eine Abweichung von dem normalen Plane geltend zu machen.

Es gewinnen nämlich gewisse Muskeln, die zu den Tentakeln und der Gaumenstütze in Beziehung stehen, schon früh eine bedeutende Stärke. Dieselben ziehen sich zwischen Körperepithel und Centralnervensystem hin, so das Auge von ersterem abschliessend. Der Augenblasenstiel, und damit die primäre Blase, müssten also, wenn sie, wie typisch, das Ectoderm ganz oder doch nahezu erreichen wollten, jene Muskellagen durchdringen, oder bei Seite schieben. Dazu kommt es aber nicht, vielleicht weil, wie W. Müller will, „die Energie des Wachstums der beiden Augenblasen noch nicht so beträchtlich ist“, um eine solche Kraftleistung zustande zu bringen. Das Auge bleibt daher vom Körperepithel durch jene starken Muskelzüge getrennt.

Die Augenblase ist schon auf dieser Stufe von reichlichem Mesodermgewebe umhüllt, in welchem sich aber noch keine Spur irgend welcher Differenzierung, so wie später z. B. zur Augenkapsel, bemerklich macht.

Es mag nun hier dahingestellt bleiben, ob typisch die Bildung der Linsenblase von vorn herein auf ein in gewisser zweckdienlicher Weise erfolgendes Andrängen von Bindegewebsmassen gegen das Ectoderm zurückzuführen ist, oder ob dies Moment erst in zweiter Linie als die Bildung fördernd, oder weiterführend in Betracht kommt. Soviel ist jedenfalls sicher, dass die Mitwirkung bedeutenderer Mesodermmassen für das Zustandekommen der Linsenblase unerlässlich ist. Die wenigen Züge, die vielleicht schon vorher zwischen den Muskelmassen und dem Ectoderm, letzterem dicht anliegend, vorhanden sein mögen, reichen dazu aber bei weitem nicht aus. Sie brauchten, um wirksam werden zu können, notwendig die Verstärkung, die ihnen normalerweise durch die Bindegewebsmassen, die der entgegenwachsende Bulbus in seiner Umgebung mit sich bringt, geliefert wird. Dies ist aber im vorliegenden Falle aus den angeführten Gründen unmöglich geworden, und muss darin, wenn auch vielleicht nicht der einzige, so doch jedenfalls der hauptsächlichste Grund für Unterbleiben der Linsenanlage gesehen werden.

Wie schon früher*) bemerkt wurde und weiter unten des Näheren ausgeführt werden wird, ist es im Myxineauge auch nicht zu der typisch ersten, lateral-medialwärts verlaufenden Einstülpung der Augenblase gekommen. Wenn nun dieser Prozess auch typisch mit der Linsenbildung nicht im ursächlichen Zusammenhange steht, so fällt er doch zeitlich damit zusammen. Es darf daher aus seinem Unterbleiben wohl auch der Schluss auf ein Unterbleiben der Linsenbildung gezogen werden. Man darf also nicht annehmen, dass auf früheren Stufen der Entwicklung eine Linse vorhanden gewesen und später der Rückbildung verfallen sein könnte. Diese Ansicht scheint von den früheren Untersuchern des Myxineauges getheilt zu werden, wenn sich auch, mit Ausnahme von W. Müller, keiner derselben über den Punkt näher ausspricht.

Glaskörper.

Zur Beurtheilung des Glaskörpers von Myxine muss nun in der Betrachtung der Augenentwicklung fortgefahren werden.

Wie bereits bemerkt wurde, fällt im normalen Auge die Bildung der Linsenblase zeitlich mit derjenigen der sekundären Augenblase zusammen. Es vollzieht sich diese letztere durch eine in lateral-medialer Richtung wirkende Einstülpung der primären Blase. Zustandegebracht wird dies aber durch Andrängen von Bindegewebsmassen, die sich am distalen Augenpole und in dessen nächster Nähe angesammelt haben, und die in der Hauptsache von den im ganzen Umkreise der Augenblase um diese herum angehäuften Mesodermzügen herstammen.

Bei Myxine nun zieht sich der öfters erwähnte Tentakelmuskel dicht vor dem distalen Pole der Augenblase hin. Dadurch wird an dieser Stelle die Ansammlung von Bindegewebe verhindert, oder doch in einem solchen Grade beschränkt, dass es nicht mächtig genug werden kann, um die Einstülpung der primären Augenblase zur secundären, die typische Augenbecherbildung, herbeizuführen. Es unterbleibt daher auch diese, und damit weiterhin die Anlage einer Iris, sowie, wenigstens vorläufig, eines Glaskörpers.

Beim normalen Auge folgt nun auf die lateral-medialwärts vor sich gehende, erste Einstülpung der Augenblase sehr rasch eine zweite, ventro-dorsalwärts gerichtete. Auch diese ist auf Andrängen von Bindegewebsmassen, die sich an der geeigneten Stelle angehäuft haben, zurückzuführen, und entsteht so die Einstülpung des sog. Coloboma, der foetalen Augenspalte.

Fehlten nun am Auge von Myxine die Bedingungen für das Zustandekommen der ersten Eindrückung, so verhält sich dies in Bezug auf jene zweite nicht ebenso. Hier findet sich ventral, und zugleich etwas caudal, an der Augenblase kein Muskel, der die Ansammlung des Bindegewebes hindern würde. Eine solche kann also zustande kommen und schliesslich stark genug werden, um eine Einstülpung der Augenblase zu bewirken. Es geht diese hier zudem noch rascher, ich möchte sagen nachdrücklicher, vor sich, als in normalen Augen, wo sie zuerst nur ganz unbedeutend auftritt und erst langsam an Tiefe und Ausdehnung über die ganze Blase, bis auf den Augenblasenstiel hin, zunimmt. Dass die Eindrückung bei Myxine rascher und energischer vor sich gehen kann, findet ja auch darin eine ausgiebige Begründung, dass augenscheinlich bedeutendere Bindegewebsmassen für diese, sonst zweite, hier einzige Einstülpung verfügbar geblieben sind, da ja für Zustandekommen einer ersten nichts verbraucht worden ist. Vielleicht wirkt auch noch eine durch die Verzögerung der Eindrückung bedingte Ansammlung von Entwicklungsenergie, eine gewisse dadurch erzeugte Spannung mit, den endlich einsetzenden Prozess dann rascher durchzuführen. Es ist auf diese Weise nun also doch zur Bildung eines Augenbechers gekommen, dessen (hier einzige) Öffnung aber nicht lateral, sondern ventral und etwas caudal sich findet. Erst später gewinnt dieselbe dann zuweilen durch Lagenänderung des Bulbus eine mehr laterale Stellung.

---

*) Teil I pag. 52.

Mit der Einstülpung sind also Bindegewebsmassen ins nunmehrige Innere des Auges gelangt und bilden nun die Anlage eines Glaskörpers. Eine feste Grenze gegen die Retina hin haben sie im Myxineauge nicht, wachsen vielmehr ohne eine solche allenthalben in die Netzhaut hinein. Ein Zurücktreten des faserigen und zelligen Baues zu Gunsten des Zustandekommens der typischen Glaskörpermasse erfolgt auch bei den weitestentwickelten Myxineaugen nur in den centralen Partien der Vitrealanlage, und auch da bleiben immer noch zahlreiche Spuren des früheren Baues erhalten. In dieser Beziehung steht Myxine wenig tiefer, als jener kleinste Ammocoetes, bei dem ja der Glaskörper ebenfalls noch grossenteils aus Bindegewebsmassen besteht. Auch hier, wie bei Myxine, stehen diese mit den die Augenspalte (und daneben freilich auch die erste Becheröffnung neben der Linse) füllenden Gewebszügen in Verbindung und entbehren ebenfalls, wenigstens stellenweise, einer scharfen Begrenzung gegen die Netzhaut hin.

Iris und Ciliarkörper.

Iris und Ciliarkörper fehlen naturgemäss, da ja die typische erste Einstülpung der Augenblase unterblieben ist.

Diese Einstülpung, sowie die Linsenbildung, und was mit beiden zusammenhängt, pflegen nun im normalen Sehorgane schon auf einer sehr tiefen Stufe der Entwicklung zu Stande zu kommen. Fehlen sie also hier, so muss die Ursache dieser Hemmung sehr früh aufgetreten sein, zu einer Zeit jedenfalls, wo das Auge zum Lichtpercipieren wohl noch sehr wenig, zum wirklichen Sehen jedenfalls noch nicht entfernt geeignet war.

Pigmentepithel.

Das äussere Blatt der secundären Augenblase stellt sich ganz unverkennbar als Pigmentepithel dar. Auffallend ist an ihm nur der nahezu vollständige Mangel einer Pigmentirung, die sich auf da und dort ganz spärlich gleichsam eingestreute Körnchen beschränkt. Auf einen embryonalen Charakter der Haut weist auch die sehr geringe Entwicklung der Fortsätze hin, welche die Pigmentepithelzellen gegen die Retina senden. Dieselben sind nur in ganz seltenen Fällen über das Stadium kleiner, höckerartiger Auftreibungen der Zellkörper hinaus gediehen. Von einer Pigmentirung findet sich in ihnen niemals auch nur die geringste Andeutung.

Die Entwicklungshemmung kann, nach dem Vorstehenden, fürs Pigmentepithel von Myxine erst nach dem Zeitpunkt eingetreten sein, wo die Linsenbildung hätte zur Ausführung kommen sollen, aber, wie gezeigt wurde, hat unterbleiben müssen. Erst nachher kommt es ja zur Bildung des Augenbechers, und damit stellt sich dann erst der frühere proximale Abschnitt der primären Augenblase als Pigmentepithel dar. Die erste Anlage von Zellfortsätzen entwickelt sich in diesem Blatte aber niemals vor der Becherbildung. Da nun im Myxineauge Anfänge solcher Fortsätze vorhanden sind, kann auch die Entwicklungshemmung nicht vor der Einstülpung eingetreten, oder doch nicht vollständig geworden sein.

Retina.

Auffallend an der Netzhaut von Myxine ist in erster Linie die geringe Differenzirung der Schichten. Es lässt sich ja höchstens konstatiren, dass ein Bezirk vorhanden ist, in welchem Sehzellen vorkommen, dann ein solcher, in welchem Elemente der inneren Körnerschicht in grösserer Menge auftreten, und schliesslich eine Netzhautpartie, in welcher sich deutliche Opticusganglienzellen vorfinden. Der Bequemlichkeit wegen mögen aber doch die sonst durchführbaren Schichtenbezeichnungen auch hier angewendet werden.

Vergleicht man den Bau der Netzhäute von Myxine und von Ammocoetes, so zeigt sich, dass die erstere ungefähr auf derselben Ausbildungsstufe steht, wie diejenige des Ammocoetes von 6 cm Thierlänge, oder doch nicht weit hinter derselben zurückbleibt, soweit wenigstens die äusseren, proximalen Lagen der Retina B jener Petromyzonlarve in Betracht kommen. Diese stellen sich in ihrer Differenzirung aber selbst schon als das Resultat einer abnorm langsam verlaufenden Entwicklung dar.

Spuren embryonaler Zustände zeigt die Retina von Myxine, ausser in der geringen Differenzirung der Schichten gegeneinander, vor allem in der lockereren Anordnung ihrer zelligen Elemente. Besonders fällt die jeder Regelmässigkeit entbehrende Lage der Opticusganglienzellen und der Verlauf der Opticusfasern auf, weiterhin der vollständige Mangel einer Grenze gegen den Glaskörper hin. Die geringe Ausbildung der Sehzellen, sowie der Ganglienzellen der äusseren Körnerschicht und endlich die wenig weit gediehene Ausbildung des Stützsystems, sowie das Fehlen einer Membrana limitans externa, sind ebenfalls unter dem Gesichtspunkte embryonaler Reste zu betrachten.

Auch die Myxinenetzhaut zeigt also den Einfluss einer Entwicklungshemmung, doch ist dieselbe hier augenscheinlich später abgeschlossen worden, als für andere Theile des Auges. Nach der Zeit nämlich, zu welcher die Verhältnisse, wie gezeigt wurde, sich so gestaltet hatten, dass die Bildung einer Linse ausgeschlossen war, also sehr früh im embryonalen Leben, muss sich die Retina noch längere Zeit weiterentwickelt haben, wenn dabei auch das Tempo infolge des ja bereits eingetretenen Nachlassens in der Entwicklungsenergie verlangsamt worden sein mag. Doch konnte immerhin noch die Differenzierung von Schichten bis zu einem gewissen Grade durchgeführt werden. Die schon während der Einstülpung von primärer Augenblase zu secundärer mehrschichtig gewordene Retinaanlage theilte sich zunächst in eine äussere und eine innere Körnerschicht, während sich zur selben Zeit am distalen Rande Körnerzellen zu Ganglienzellen, am proximalen zu Sehzellen umzubilden begannen. Jetzt trat nun aber auch für die Retina die Hemmung deutlicher hervor. Die Ganglienzellen und ebenso ihre Hauptfortsätze vermochten nicht mehr sich zu regelmässigen Schichten anzuordnen. Vollkommen war die Hemmung aber jedenfalls noch immer nicht geworden, es dauerte vielmehr die Entwicklung eine zeitlang weiter fort. Da das Thier unter Verhältnissen lebte, welche den Einfluss des Lichtes zwar sehr beschränkten, aber keineswegs absolut ausschlossen, so machte sich dieser für die Retina geltend, solange eben der Rest der immer geringer werdenden Entwicklungsenergie dies zuliess. Es zeigte sich dabei das Bestreben, die Netzhaut, so gut es ging, noch funktionsfähig zu machen, sei es auch unter Abgehen vom typischen Entwicklungsplan, zu dessen strenger Durchführung die Mittel nicht mehr ausreichten. So musste, ehe die Hemmung eine vollständige geworden war, noch vor allem die Verbindung des Organes mit dem Gehirn hergestellt werden, und die Hauptfortsätze der Ganglienzellen nahmen daher nach der Sammelstelle zum Sehnerv den direktesten Weg.

Weiter zeigt sich jenes Streben darin, dass möglichst viele Körnerzellen der distalen Partien der inneren Körnerschicht zur Umbildung in Opticusganglienzellen herangezogen wurden. Dieser Process konnte nun aber länger fortgesetzt werden, als die Vermehrung der Körnerzellen, da zu dieser Umbildung weniger Material erforderlich war, als zu einer Neubildung. Die Folge war, dass in dieser Gegend die inneren Körnerzellen bald völlig verschwanden, und die ganze proximale Hälfte der inneren Körnerschicht von mehr oder weniger weit entwickelten Ganglienzellen eingenommen wurde. Von diesen fiel aber nun, wie typisch, eine Anzahl wieder der Auflösung anheim, um die bei Wachstum der Retina notwendig werdende Vermehrung der Grundsubstanz mitbewirken zu helfen. Ein Ersatz für sie konnte nicht mehr eintreten; es entstanden daher oft grosse Zwischenräume zwischen den Ganglienzellen.

Die geschilderten Erscheinungen treten ebenso, wenn auch in geringerem Grade, in den proximalen Partien der inneren Körnerschicht auf.

Überall zeigen sich dabei aber individuelle Verschiedenheiten bei den einzelnen Exemplaren, was hier, wie ja auch sonst fast immer, damit zu erklären ist, dass die Hemmung bei ihrem ersten Auftreten in der Retina diese auf individuell verschiedener Höhe der Ausbildung vorfand, mit anderen Worten, dass der Zeitpunkt, an dem die Hemmung sich geltend machte, ein individuell verschiedener war. Dazu kommt noch der Umstand, dass auch die Periode zwischen Beginn und Vollendung der Hemmung von individuell verschieden langer Dauer gewesen sein dürfte. Es konnten infolgedessen in der inneren Körnerschicht vor dem Aufhören jeder Entwicklung in dem einen Falle noch die ersten Anlagen von inneren Ganglienzellen, weiterhin auch äusseren, auftreten, mit ihren Fortsätzen zu einander in Beziehung treten etc., während im anderen Falle der frühere Eintritt der Sistirung dies verhinderte.

Auch am proximalen Rande, d. h. im Gebiete der äusseren Körner- resp. Sehzellenschicht, machte sich der Einfluss der Hemmung geltend. Es begannen hier sich Sehzellen zu entwickeln, und es wurden dazu aus der Zahl der benachbarten, bis dahin gleichsam indifferenten Körnerzellen später noch weitere Elemente herbeigezogen, die eine zweite Generation von Sehzellen bildeten. Diese ist indessen stets viel individuenärmer, als die erste, in vielen Fällen fehlt sie ganz. Die Entwicklungssistirung hatte die eine Retina eben auf einer Stufe betroffen, wo die Neubildung von Sehzellen bereits einen grösseren Umfang hatte annehmen können, während in einer anderen, früher gehemmten resp. sistirten, noch nicht einmal der Anfang jener zweiten Generation sich hatte bilden können.

Auch das bindegewebige Stützsystem der Retina zeigt in seiner Entwicklung den Einfluss der immer mehr sich geltend machenden Hemmung. Infolgedessen vermag es die Netzhaut nur unvollkommen zu durchsetzen und nur in einzelnen Fällen bis zum Pigmentepithel resp. durch dieses hindurch zu dringen, da die Energie eben verbraucht war, ehe dieses Ziel in bedeutenderem Umfang erreicht werden konnte. Auch die Schaffung einer deutlichen Grenze zwischen den Bindegewebszügen der Vitrealanlage und der Retina wurde durch den Eintritt der Sistirung verhindert.

Opticus.

Ein Vergleich des Sehnerven von Myxine mit demjenigen von Ammocoetes ergiebt für ersteren wenig Auffallendes, doch zeigt sich immerhin, dass auch er — ungefähr ebensoviel wie die Netzhaut — hinter dem entsprechenden Organe der Petromyzonlarve zurücksteht. Hauptsächlich kommt dies zum

Ausdruck durch die Art, wie die von den Opticusganglienzellen ausgehenden Nervenfasern sich zum Sehnerven sammeln: bei Ammocoetes in der typischen Weise durch Bildung einer besonderen Schicht am distalen Rande der Retina und gemeinsames Hinziehen nach der Richtung des Augenblasenstiels, bei Myxine in der Weise, dass jede Faser von ihrer Zelle aus gleichsam selbständig sich den nächsten Weg sucht nach jener Sammelstelle zum Sehnerven.

Dass diese Erscheinung nicht durch Rückbildung erklärt werden kann, liegt auf der Hand. Es wäre ja doch undenkbar, dass auf früheren Entwicklungsstufen die Nervenfasern bereits zu einer festen Opticusfaserschicht vereinigt gewesen sein und dann später diese Anordnung aufgegeben haben sollten.

Wie dies auf den ersten Blick ja höchst auffällige Verhalten der Nervenfasern zu erklären ist, wurde bei Besprechung der Retina gezeigt. Aussergewöhnlich ist es am Sehnerven von Myxine dann weiterhin, wenn die Kreuzung seiner Fasern, die in anderen Augen schon im Gebiete der Retina erfolgt, hier in vielen Fällen — jedoch keineswegs immer — erst während des Verlaufs des Nerven durch Pigmentepithel und Sclero-Chorioidea zu Stande kommt. Es muss diese Erscheinung m. E. auch wieder damit erklärt werden, dass, infolge des Nachlasses in der Entwicklungsenergie, überhaupt eine gewisse Planlosigkeit eingerissen ist, die fernere Weiterbildung daher an einer Art von Verworrenheit leidet.

Weiterhin zeigt die Anordnung des im extrabulbalen Opticus eingeschlossenen Bindegewebes eine Verschiedenheit gegenüber dem Verhalten bei jenem jüngsten Ammocoetes insofern, als das Stütznetz, das aus diesen Massen hervorgeht, bei Myxine lange nicht dieselbe Regelmässigkeit der Anordnung zeigt. Doch lässt sich auch hier das Bestreben nicht verkennen, im extrabulbalen Opticus, wenigstens in dessen dem Auge noch genäherten Theilen, ein ähnliches Arrangement herzustellen, wie bei Ammocoetes-Petromyzon, nur ist dasselbe nicht zur Vollendung gekommen. Dass es sich dabei nicht um Rückbildung handeln kann, zeigt gerade der unregelmässige Verlauf der einzelnen Bindegewebsfasern, die, quer durch die nervösen Theile des Opticus durchdringend, sich an die Pialscheide ansetzen. Wären in früherer Zeit diese Fasern, wie bei Petromyzon, streng senkrecht zur Längsaxe des Nervs verlaufen, so hätte sich eine Rückbildung doch nur in Form von Auflösung derselben äussern können, es wären also auf einer Stufe, wo die Rückbildung noch nicht vollendet war, grössere oder kleinere Lücken in dem System aufgetreten, und dessen Regelmässigkeit so gestört gewesen. Nicht anzunehmen ist aber, dass der Rückbildungsprozess in der Art gewirkt haben sollte, dass die Fasern ihren senkrechten Verlauf zu Gunsten eines unter allen möglichen Winkeln zur Längsaxe erfolgenden aufgegeben, dass die Füsschen, mit denen sie sich an die Pialscheide (nach dem Beispiel von Petromyzon) angesetzt hatten, wieder verschwunden sein sollten — obgleich die Verbindung mit dieser Opticushülle erhalten blieb. Ohne Schwierigkeit kann man sich dagegen vorstellen, dass das Stützsystem sich anfangs unregelmässig anlegte, um erst im Verlaufe der Entwicklung seine regelmässige Anordnung zu gewinnen, dass die Fasern sich zunächst einfach an die Scheide ansetzten, um erst allmählich jene dreieckigen Füsschen auszubilden — ganz nach dem Muster von Petromyzon, — ein Zustand, dessen Vollendung aber durch die Hemmung und bald folgende Sistirung der Entwicklung fürs Myxineauge verhindert wurde.

Ferner finden sich im Opticus von Myxine zwischen den Nervenfasern da und dort zellige Elemente, die augenscheinlich im Zerfalle begriffen sind. Bei der Petromyzonlarve von 6 cm Länge fehlt davon jede Andeutung. Sind nun diese zerfallenden Zellen und Kerne Reste des alten Augenblasenstiels, was kaum zweifelhaft sein kann, so geht aus der geschilderten Erscheinung abermals hervor, dass der Sehnerv von Myxine auf einer tieferen Stufe steht, als derjenige jenes kleinsten Ammocoetes. Es ist klar, dass auch nach sistirter Weiterentwicklung des Opticus jene Reste allmählich vollends der Auflösung anheimfallen müssen, doch kann man sich leicht vorstellen, dass dieser Prozess von dem Momente an, wo diese Elemente anderen sich neubildenden oder wachsenden Gewebstheilen nicht mehr im Wege standen, ein langsameres Tempo angenommen haben mag. Infolgedessen haben sich dann jene Überreste bei Myxine noch länger erhalten können, als in normalen Augen wohl möglich gewesen wäre. Man hat es dabei also mit einem Rückbildungsprozess zu thun, der aber eine Stufe der normalen Entwicklung darstellt. Die besonderen Verhältnisse des Myxineauges kommen dabei nur insofern in Betracht, als sie etwas verzögernd eingewirkt haben mögen.

Da bei Myxine das Stützgewebe des Opticus viel weniger entwickelt ist, die in der Axe des letzteren gelagerten Bindegewebsmassen viel unbedeutender sind, als bei Ammocoetes, so wird die bei letzterem hiedurch hervorgebrachte extrabulbale Auftreibung des Sehnerven für Myxine auch viel geringer sein müssen. In der That ist der Opticus von Myxine ausserhalb des Auges kaum stärker, als während seines Verlaufes durch den äussersten, proximalen Theil der Netzhaut und die Augenkapsel, während er ja bei Petromyzon extrabulbal eine ganz bedeutende Stärkenzunahme zeigt.

Typhlichthys subterraneus.

Ehe ich auf Erklärung des Organes eingehe, möchte ich nochmals darauf hinweisen, dass sich meine Untersuchungen auf zwei Exemplare des Thieres von ungefähr gleichem Ausbildungsgrade beschränken mussten. Die Resultate, zu denen ich in Bezug auf die Entwicklung des Typhlichthysauges gekommen bin, beanspruchen daher lediglich den Werth von Hypothesen, die ihre Begründung in den Verhältnissen suchen, welche sich in den Augen jener beiden Objekte vorfanden.

Das Auge von Typhlichthys ist danach nicht über die Stufe der eben in der Einstülpung zur secundären begriffenen primären Augenblase hinausgekommen. Bei den erwachsenen Thieren liegt dasselbe sehr tief unter der Körperoberfläche, bedeckt von den mannigfachsten Gewebstheilen. Es besteht nun m. E. kein Grund zu der Annahme, dass das Organ sich anders angelegt und auf den frühesten Stufen anders entwickelt haben sollte, als dies für alle Teleostier, ja alle Vertebraten überhaupt, typisch ist. Die primäre Augenblase muss also einmal im Laufe der Entwicklung dem Körperepithel sehr nahe gewesen sein, denn sonst wäre die Bildung der — unzweifelhaft vorhandenen — Linse unerklärlich. Kurz nach Abtrennung dieser letzteren vom Ectoderm muss aber dann in der Entwicklung des Auges eine Hemmung eingetreten sein, während das Thier im übrigen sich weiter fortbildete. Es legten sich in der Folge nach und nach alle jene Gewebstheile zwischen Auge und Körperepithel, die sich beim erwachsenen Thiere hier vorfinden. Die Folge dieser Hemmung scheint jedoch auch bei Typhlichthys nicht die gewesen zu sein, dass mit einem Schlage alle und jede Weiterentwicklung in dem Organ aufgehoben worden wäre. Vielmehr haben noch eine zeitlang nach jenem kritischen Momente Reste von Entwicklungsenergie fortgewirkt.

So erklärt sich mir vor allem der Zustand der Retinaanlage und des Opticus. Ich bin in Bezug auf diese Theile des Auges von der Ansicht abgekommen, die ich früher*) ausgesprochen habe, denke mir die Vorgänge vielmehr folgendermassen:

Der distale Abschnitt der primären Augenblase ist eben in der Einstülpung begriffen gewesen. Bei normaler Entwicklung beginnt er während dieses Prozesses einen mehrschichtigen Bau anzunehmen, und es war dies auch im Typhlichthysauge der Fall. Man sieht ja hier thatsächlich oft zwei, gelegentlich drei Zellen der Netzhautanlage hintereinander liegen. Nun trat Hemmung ein. Im normalen Auge sind die ersten Ganglienzellen, die auftreten, die Opticusganglienzellen. Bei Typhlichthys bildete sich ebenfalls eine Anzahl der Elemente, welche die Retinaanlage aufbauen, zu Opticusganglienzellen um. Durch die Hemmung ist aber in dem Entwicklungsplan für das Auge allenthalben eine Störung eingetreten, das ganze System ins Schwanken geraten. Die Opticusganglienzellen kommen daher nicht mehr dazu, ihre Hauptfortsätze so auszusenden, dass dieselben eine bestimmte Opticusfaserschicht zu bilden vermögen. Der Rest der noch zur Verfügung stehenden Entwicklungsenergie wird vielmehr lediglich darauf verwendet, noch eben thunlichst viel zu erreichen, d. h. also vor allem eine Verbindung mit dem Centralnervensystem herzustellen. Daher suchen die Hauptfortsätze der Opticusganglienzellen — ganz ähnlich, wie sich dies für Myxine gezeigt hat — den direktesten Weg nach dem Augenblasenstiel hin einzuschlagen und müssen dazu, so wie das Auge nun eben noch ist, sich durch die primäre Höhle hinziehen.

Das erste Auftreten der Sehzellen liegt im normalen Auge zeitlich etwas hinter dem der Opticusfasern: im Sehorgan von Typhlichthys ist es infolge der Entwicklungshemmung dazu nicht mehr gekommen, ebensowenig, wie zur Differenzirung sonstiger Netzhautelemente.

Wie sich nun weiterhin die Nervenfasern zum Opticus gesammelt haben mögen, darüber giebt das vorliegende Auge des erwachsenen Thieres keinen näheren Aufschluss: ein Augenblasenstiel war ja jedenfalls vorhanden, doch lässt sich nicht mehr erkennen, ob sich ihm die von den Opticusganglienzellen herkommenden Fasern dorsal oder ventral, oder sonst wie angelagert haben. Vielleicht nahmen sie auch, da sie ja nun schon einmal in der Augenhöhle waren, ihren Weg direkt durch die mit letzterer communicierende Höhle des Augenblasenstieles.

Die Linse dürfte sich, wie gesagt, ebenfalls in der gewöhnlichen Weise angelegt haben und war ihre Abschnürung vom Körperepithel augenscheinlich gerade erfolgt, als die Hemmung eintrat.

Zu der zweiten, ventro-dorsalwärts wirkenden Einstülpung der Augenblase scheint es nicht mehr gekommen zu sein; es ist daher auch die Rinnenbildung auf dem Augenblasenstiel unterblieben.

Das bulbusumhüllende Bindegewebe hatte bei Eintritt der Entwicklungshemmung begonnen, sich zu einer Augenkapsel zu differenziren. Die Weiterbildung hörte in Bezug auf diese Theile augenscheinlich auch nicht plötzlich auf, sondern es konnten sich wenigstens die äusseren Schichten dieser Kapselanlage zu einer ganz deutlichen Sclera umbilden. Gerade der relativ hohe Ausbildungsgrad dieser Haut — höher, als der aller anderen Augentheile — lässt auf eine noch eine zeitlang nach der Hemmung stattfindende Weiterentwicklung schliessen. In bedeutendem Masse spielte hierbei freilich auch ohne Zweifel das Andrängen jener im weiteren Umkreise des Bulbus lagernden Bindegewebsmassen eine Rolle. Dieselben haben durch den von ihnen ausgehenden Druck auf die engere Lagerung der Fibrillen, auf Zustandekommen eines strafferen Verlaufes derselben in der Sclera, erheblichen Einfluss ausgeübt, der auch nach erfolgter Sistirung der Augenentwicklung nicht sofort nachgelassen zu haben braucht.

---

*) Theil I pag. 62 f.

Nachdem für das übrige Auge die Entwicklungshemmung aber eine vollständige geworden war, begann sich bald ein Zersetzungsprozess geltend zu machen. Die Sclera wurde da und dort in ihrem Zusammenhange unterbrochen. Die Zellen der Linse, die bis dahin annähernd die Form einer Hohlkugel mit einschichtiger Wandung gehabt haben dürfte, verloren ihre Anordnung; einzelne gingen dann wohl rascher zu Grunde, der Rest bildete einen ziemlich unregelmässigen Haufen, in welchen da und dort Bindegewebselemente sich eindrängten.

Auch zwischen Linse und Netzhautanlage schob sich von den Massen in der weiteren Umgebung des Bulbus abstammendes Bindegewebe ein und vermischte sich mit den an dieser Stelle schon vorhandenen Zügen, auf deren Andrängen die angefangene Becherbildung zurückzuführen ist. Zahlreiche Bindegewebszellen drangen zwischen die nervösen Elemente der Retinaanlage ein und störten ihren Zusammenhang; einzelne davon gelangten dabei wohl bis in die primäre Augenhöhle. Auch in dem Sehnerven finden sich beim erwachsenen Thiere da und dort Bindegewebszellen. Da von einer Rinnen- und Röhrenbildung am Augenblasenstiel keine Rede ist, folglich auf diesem Weg nicht, wie gewöhnlich, Bindegewebe in den Sehnerven hat gelangen können, so müssen die mesodermalen Elemente ebenfalls als erst später in den Opticus eingedrungen aufgefasst werden.

Auch das äussere Blatt des Augenbechers wurde vielfach von Bindegewebszellen durchbrochen und die Anordnung seiner Zellen dadurch beeinflusst. Die andrängenden Gewebstheile schoben dabei die in ihrem Zusammenhange gelockerten Zellen förmlich durcheinander, so dass es schliesslich oft den Anschein gewinnt, als ob das äussere Blatt des Augenbechers stellenweise zwei-, ja dreischichtig angeordnet wäre. Überhaupt macht sich überall die Thätigkeit des an- und eindringenden Bindegewebes geltend, das oft förmlich sprengend gewirkt zu haben scheint.

Schon während dieser Vorgänge begannen einzelne Elemente der Retina, des Pigmentepithels und vor allem des Augenblasenstieles zu zerfallen und zwar bis zur endlichen vollkommenen Aufgabe ihrer Individualität, so dass das, was beim erwachsenen Thiere von den ectodermalen Theilen des Auges noch übrig ist, allenthalben Störungen in der Anordnung der Zellen und zahlreiche Lücken aufweist.

Die das Auge von Typhlichthys deckende Schutzkapsel ist nicht bloss als Ersatz für den fehlenden Orbitalring aufzufassen, sondern vielmehr selbst als ein solcher, der hier allerdings, abweichend von der sonstigen Gepflogenheit, sich knorpelig anlegen würde. Freilich ist es undenkbar, dass derselbe bei einem funktionirenden Organ die Lage gehabt haben könnte, in welcher er am Typhlichthysauge auftritt, denn in solcher Stellung würde er zwar schützend, aber dabei auch hindernd, eine Lichtperception so gut, wie ausschliessend, wirken. Auch er steht demnach möglicherweise eben unter dem Einflusse jenes allgemein fühlbaren Schwankens, das nach dem Aufgeben des typischen festen Entwicklungsplanes eingerissen ist. Vielleicht ist aber auch die Anordnung jener Skeletttheile eine planmässige: der als solcher überflüssig gewordene Orbitalring würde, unter entsprechender Verschiebung seiner Theile, zu einem Organ umgeschaffen, welches das im Verfall begriffene Auge von den einer normalen Weiterentwicklung unterliegenden Geweben der Umgebung abzuschliessen hätte: also eine Art von Isolirungsvorrichtung.

Es scheint mir diese letztere Erklärung des Apparates die grössere Wahrscheinlichkeit für sich zu haben. Wäre derselbe nur darauf zurückzuführen, dass die Skeletttheile, die als Orbitalring überflüssig geworden, nun eben an dieser Stelle, wo sie für das Typhlichthysauge nicht mehr störend wirken konnten, bis zu ihrer Resorption vorläufig untergebracht worden wären, so wäre vor allem ihre starke Entwicklung nicht zu verstehen. Es zeigen sich an dem Apparate nicht nur keine Spuren von Rückbildung, sondern es treten vielmehr in Gestalt der die Knorpelplatten verbindenden Gewebszüge neue Einrichtungen auf, die bei einem dem Untergange geweihten Organ unverständlich wären Man hat es daher wahrscheinlich dabei mit dem Resultat einer Neuanpassung zu thun, die sich mit Rücksicht auf die veränderten Verhältnisse vollzogen hat.

Den bald da, bald dort im Umkreise des Sehorgans sich findenden Pigmentmassen lege ich, wie schon früher*) ausgeführt wurde, keine morphologische Bedeutung bei, finden sich ja doch Pigmentansammlungen als Begleiterscheinungen von Zerfallsprozessen immer wieder im thierischen Körper.

Es ist also nach dem Gesagten in Bezug auf das Sehorgan von Typhlichthys schon auf sehr niedriger Stufe eine Entwicklungshemmung eingetreten, die bald eine totale geworden ist. Unmittelbar darauf hat dann die Rückbildung des Organs in Form einer Lockerung der Gewebe und eines Zerfalles der Elemente begonnen, ein Prozess, der beim erwachsenen Thiere schon weit gediehen ist.

Proteus anguineus.

Vorausschicken möchte ich, was übrigens in Theil I schon bemerkt worden, dass mir von Proteus weder Embryonen, noch jüngere Larven zur Verfügung gewesen sind. Wo ich also im Folgenden von kleineren oder grösseren, jüngeren oder älteren etc. Thieren spreche, sind immer geschlechtsreife Olme, allerdings verschiedenen Ausbildungsgrades, was das Auge betrifft, gemeint.

Orbita.

Von einer Orbita, von Skeletttheilen, die zum Schutze des Auges dienen, fehlt jede Spur. Da das Sehorgan selbst in der Mehrzahl seiner Theile einen ziemlich hohen Ausbildungsgrad und nur wenige Merkmale thatsächlicher Rückbildung zeigt, so darf man m. E. auch nicht an Rückbildung einer auf früheren Stufen etwa vorhanden gewesenen wirklichen Orbitalanlage denken. Es bilden sich ja erfahrungsgemäss Skeletttheile immer langsamer, gleichsam widerstrebender, zurück, als die mit ihnen in denselben Verhältnissen befindlichen anderweitigen Gewebe, z. B. als Nerven- und Bindesubstanzen. Das Fehlen der Orbita ist daher nur dadurch zu erklären, dass der erste Anfang einer abnormen Entwicklung des Sehorgans in eine Zeit des Embryonallebens fällt, zu welcher die Bildung jener Vorrichtung noch nicht, oder doch eben erst, begonnen hatte. Infolge der aussergewöhnlichen Verhältnisse bei Weiterentwicklung des Auges unterblieb dieselbe dann vollständig. Etwaige erste Anlagen verschwanden rasch wieder.

---

*) Teil I pag. 64.

Bulbus oculi.

Sehr auffallend sind die gewaltigen Schwankungen in der Form des Augapfels. Er stellt zwar immer, wenigstens annähernd, ein Rotationsellipsoid dar, dessen lange Axe stets ungefähr in der Horizontalebene verläuft. Die beiden kurzen Axen sind einander nahezu gleich. und es bildet die zur horizontalen senkrecht gerichtete derselben stets die Aughöhe. Da die lange Axe aber bald senkrecht zur Längenaxe des Thieres, bald fast parallel zu dieser verläuft, so repräsentiert einmal sie, und dann wieder die zweite kurze Axe die Augentiefe.

Die Grössenverhältnisse des Bulbus sind gleichfalls ungemein sckwankend, und lässt sich auch hinsichtlich ihrer so ziemlich jede Gesetzmässigkeit vermissen. Höchstens kann man festhalten, dass das Auge mit zunehmendem Längenwachsthum des Thieres an Volumen ebenfalls zunimmt. Das Sehorgan hält dabei aber mit dem Wachsthum des Körpers nicht Schritt, sondern bleibt hinter diesem erheblich zurück. Es lassen sich jedoch häufige Ausnahmen von letzterer Regel konstatieren. Dieselben sind so zahlreich, dass ich mich dadurch früher*) habe zu der Ansicht verleiten lassen, das Sehorgan von Proteus nehme mit zunehmendem Lebensalter des Thieres im Vergleich mit dessen Länge an Umfang unverhältnissmässig zu. Dem ist aber, wie mich eine grosse Anzahl nachträglich unternommener Messungen gelehrt hat, nicht so. Man findet zwar zuweilen kleine Thiere mit unverhältnissmässig kleinen, grosse mit unverhältnissmässig grossen Augen, doch sind dies die Ausnahmen: als im Allgemeinen durchgeführte Regel ist die oben angegebene zu betrachten.

Deckschicht.

Cutis und Epidermis ziehen sich, im Bau fast unverändert, über das Auge hin. Immerhin lässt sich auch in Betreff dieser Gewebslagen der Einfluss des Schwankens, der Planstörung erkennen, die allen Theilen des Sehorgans und was zu demselben direkt in Beziehung steht, ihren Stempel aufdrückt. So ist vor allem das Rete Malpighii, das sich sonst in der Proteusoberhaut in typischer Ausbildung findet, nur angedeutet, gleichsam mit einer gewissen Nachlässigkeit angelegt, und auch die Schichtung der mehr distal gelegenen Epidermistheile lässt die typische Regelmässigkeit in ihrem Arrangement vermissen.

Auch die Zusammendrängung der Leydigschen Schleimzellen in der Epidermis vor dem Auge stellt etwas dem Proteus Eigenthümliches dar. Die Bedeutung dieser Einrichtung ist mir, wie ich gestehen muss, noch immer nicht recht klar geworden. Schlampp**) nennt sie eine „accessorische Cornea". Ich kann mir nun wohl vorstellen, dass für das in seinem Bau vom Typischen so mannigfach abweichende Auge des Proteus, da es nun doch einmal in beschränktem Masse immer noch zum Sehen zu dienen hat, hinsichtlich der brechenden Organe zweckdienliche Veränderungen eingetreten sein mögen. Ich glaube freilich nicht, dass eine durch Zusammendrängen grösserer Schleimzellen gebildete Platte dem Lichtstrahl leichteres Durchdringen ermöglicht. Darauf käme es aber auch nicht gerade an. Es handelte sich vielmehr darum, für das in anderer Weise gebaute, d. h. unter dem Einfluss anderer physiologischer Bedingungen stehende Auge Hilfsorgane zu schaffen, die nun, zweckentsprechend, auch anders funktionirten, als gewöhnlich. Es wäre damit dann auch die Nützlichkeit einer solchen „accessorischen Cornea“, die man freilich mit demselben Recht oder Unrecht „accessorische Linse“ nennen könnte, glaubhaft gemacht.

---

*) Theil I pag. 75.

**) Theil I pag 72; 76.

Es ist dabei jedoch Folgendes zu bedenken: einmal hat der fragliche Complex eine Ausdehnung, welche die Bulbushöhe stets weit übertrifft und zwar mit fortschreitendem Wachsthum des Thieres in immer höherem Grade. Es verhält sich z. B. bei einem Exemplare von 7,3 cm Länge die Augenhöhe zum Durchmesser jener Zellplatte wie 1 : 3,4 und die Platte wird, verglichen mit dem Bulbus, fast gleichmässig fortschreitend immer grösser, so dass sich für ein Thier von 22,2 cm Länge die Werthe 1 : 4,7 ergeben.

Ebenso verhält sich die Platte beim Vergleiche mit dem Durchmesser der Pupille, um die grösste Distanz der Augenbecherränder kurz so zu bezeichnen. Auch im Verhältniss zu dieser zeigt der fragliche Zellkomplex eine im Verlaufe der Weiterentwicklung ganz bedeutend sich steigernde Grössenzunahme, während er mit dem Längenwachsthum des Thieres selbst, von einzelnen Schwankungen abgesehen, im Allgemeinen etwa gleichen Schritt hält. Bei sehr grossen Thieren bleibt er dann in der Zunahme allmählig wieder etwas zurück.

Weiterhin liegt der fragliche Zellkomplex keineswegs derart vor dem Auge, dass z. B. sein Mittelpunkt in die Verlängerung der Augenaxe fiele, oder doch sich in deren Nähe hielte. Der grösste Theil der Platte (zwei Drittel bis drei Viertel derselben) ist vielmehr ventralwärts davon gerückt und es befinden sich infolgedessen die durch ganz besonders dichte Zusammendrängung der Schleimzellen ausgezeichneten centralen Partien des Complexes nicht der Pupille gegenüber, sondern sind ebenfalls ventralwärts verschoben. Es wäre also jedenfalls weitaus der grösste Theil der Einrichtung als brechendes Organ vollständig bedeutungslos, vor allem der besonders differenzirte Centraltheil derselben.

Man könnte nun vielleicht denken, dass die Bedeutung des Complexes in der Vergangenheit liege, dass er etwa zu der Zeit, als die Linse noch existirte, eine Hilfseinrichtung für diese dargestellt habe. Die nähere Untersuchung zeigt aber bald, dass er zu der Linse in gar keiner Beziehung steht. Die Zellplatte findet sich nämlich bei relativ jungen Olmen, die ihre Linse bereits verloren haben; er ist vorhanden bei grösseren, die noch im Besitze mehr oder weniger bedeutender Reste derselben sind, und fehlt ebensowenig bei ganz grossen Thieren, die wieder keine Spur von jenem Organe mehr zeigen. Bei allen diesen steht er stets zur Thierlänge in constantem Grössenverhältniss. Die Platte wächst also auch nach Schwund der Linse noch in dem früheren Masse weiter. Die Annahme, dass es sich um ein Hilfsorgan neben der Linse, oder aber um ein Ersatzorgan nach Verlust dieser letzteren handeln könne, scheint mir demnach ausgeschlossen.

Der Zellkomplex hat, wie ich glaube, mit dem Auge selbst direkt gar nichts zu thun, weder in der Gegenwart noch in der Vergangenheit. Welche Bedeutung ihm aber zukommt — und eine solche vermag ich ihm in Anbetracht seines regelmässigen Auftretens nicht abzusprechen — darüber habe ich auch nicht einmal eine Vermuthung.

Die Stärkenverhältnisse der Epidermis über dem Auge sind schwankend, ohne dass sich zu Augentiefe oder Thierlänge irgend ein, auch nur annähernd wiederkehrendes Verhältniss erkennen liesse. Ganz ebenso verhält es sich mit der Cutis. Überall tritt ein Schwanken, eine gewisse Gesetzlosigkeit zu Tage, die sich auch in Bezug auf das bald spärlicher, bald reichlicher vorhandene, zwischen Cornea und Cutis gelegene, lockere Bindegewebe geltend macht.

Als allen Stadien gemeinsam fällt die erhebliche Dicke der augendeckenden Partien auf. Es zeigt sich zwar bei sehr grossen Thieren eine Verdünnung dieser Schichten gegenüber ihrem Verhalten an anderen

Stellen des Kopfes, doch ist dieselbe stets nur ganz unbedeutend. Bei kleineren Exemplaren sind Cutis und Epidermis zusammengenommen vor dem Sehorgan stets dicker, und zwar handelt es sich dabei um längst erwachsene Olme, also um Entwicklungsstufen, auf welchen bei verwandten Thieren die Oberhaut an der betreffenden Stelle sich, unter ungemein weitgehender Verdünnung, bereits zur cornealen Conjunktiva umgewandelt hat. Zu einer Anordnung, die einer solchen auch nur ähnlich wäre, kommt es bei Proteus überhaupt nicht.

Es pflegt nun aber der erste Anstoss zur Umbildung der Oberhaut in eine Conjunktiva bei verwandten Formen, z. B. Triton, schon sehr früh zu erfolgen. Das Stärkenwachsthum der betreffenden Gewebslagen verlangsamt sich dort schon kurz, nachdem eine Cutis aufgetreten, und das Körperepithel mehrschichtig geworden, also eine Epidermis sich zu bilden angefangen hat. Bald genügt normaler Weise eine solche blosse Verlangsamung in der Weiterentwicklung nicht mehr: die Epidermis und Cutis der vor dem Auge liegenden Theile werden dann, auch absolut genommen, immer dünner, um schliesslich die typische Conjunktiva zu bilden. Man hat es also beim normalen Auge hinsichtlich dieser Partien mit einer Hemmung zu thun, die eine Folge der regelrechten Entwicklung desselben ist und schon sehr früh sich bemerklich macht. Das Proteusauge erfährt nun auf einer gewissen Stufe selbst eine Hemmung und entwickelt sich von da ab nicht mehr normal weiter. Infolgedessen kommt es hier nicht zu jener normalen Hemmung in der Entwicklung der deckenden Schichten. Da nun diese normale Hemmung typisch sehr früh stattzufinden pflegt, so muss natürlich die abnorme Hemmung im Proteusauge noch früher eintreten, demnach auf einer sehr niedrigen Entwicklungsstufe. Dass bei Proteus in der Epidermis der Deckschicht die einzelnen Lagen sich zerfahrener, unregelmässiger darstellen, ist dadurch zu erklären, dass nach einmal eingetretener Störung des Planes die ganze Entwicklung ins Schwanken gerathen ist, dass die Regeln, nach welchen die Entwicklung sonst vor sich zu gehen pflegt, nicht mehr mit der gewöhnlichen Strenge eingehalten wurden. Darin liegt auch der Grund für die Thatsache, dass die Deckschicht meist nicht nur nicht dünner, sondern vielmehr dicker ist, als die übrige Kopfhaut. Es hatten sich infolge der eingerissenen Unsicherheit in Befolgung des Entwicklungsplanes die in Frage kommenden Schichten nicht so regelmässig, so enge angeordnet, sondern sind lockerer, die bindegewebigen Theile gewellter geblieben, als anderwärts und nehmen infolgedessen, wie dies ja immer wieder sich zeigt, grösseren Raum ein. Dass man es dabei mit den Folgen einer Planstörung zu thun hat, geht auch daraus hervor, dass die Verdickung keineswegs stets auf Rechnung einer bestimmten Schicht kommt, sondern vielmehr bald durch Epidermis, bald durch Cutis, ausschliesslich oder vorwiegend, verursacht wird.

Augenmuskeln.

Dass die Muskeln des Proteusauges auf einer embryonalen Stufe stehen, lässt sich nicht verkennen.

Was die einzelnen Fasern betrifft, so documentiren sich dieselben als embryonal, nicht sowohl durch die stets nur schwach angedeutete, oft fehlende Querstreifung — denn diese Erscheinung liesse sich ja auch durch verschiedenartige Kontraktionszustände und -Grade erklären — sondern durch ihren sonstigen Bau. Vor allem kommt hier in Betracht der grosse, dicke, gelegentlich sogar kugelige, niemals wandständige Kern, welcher oft in einer ansehnlichen Auftreibung der Faser gelegen ist. Weiterhin ist auch das Fehlen eines ausgebildeten Sarcolemms als embryonales Merkmal zu deuten. Von demselben Gesichtspunkt aus zu beurtheilen ist ferner die auffallende Dünne der Muskelbündel, die übrigens in erster Linie nicht auf Schwäche der einzelnen Fasern, sondern vielmehr auf deren geringere Anzahl zurückzuführen ist. Verglichen mit der Bulbusgrösse müssten ja die Fasern, nach Analogie normaler Augen, sogar noch erheblich schwächer sein, als sie sich bei Proteus darstellen. Es scheint mir daraus hervorzugehen, dass die Hemmung in der Entwicklung, die fürs Proteusauge eingetreten ist, sich nicht sofort auch für die Muskelfasern geltend gemacht hat. Die bereits angelegten sind vielmehr augenscheinlich noch eine Zeit lang weiter fortgewachsen, vielleicht in immer langsamerem Tempo, bis dann schliesslich jede Weiterentwicklung aufhörte. Eine Bildung neuer Fasern dürfte daneben allerdings nicht mehr stattgefunden haben, so dass also die Muskelbündel des ausgewachsenen Thieres sich ausschliesslich aus relativ hoch entwickelten Fasern, die aber in verhältnissmässig geringer Anzahl vorhanden sind, zusammensetzen.

Sclero -- Chorioidea.

Kleinere Olme besitzen erst Anfänge der beiden äusseren Augenhäute in Form einer, gegen die weitere Umgebung zwar scharf abgesetzten, in ihrem Inneren aber noch keinerlei Differenzirung zeigenden Augenkapsel. Verwandte Thiere, z. B. Triton, Salamandra, haben aber schon früh, jedenfalls lange vor der Metamorphose, deutlich getrennte Sclera und Chorioidea, und der Anfang dieser Differenzirung, die ja auch bei ihnen naturgemäss ganz allmählich vor sich geht, liegt noch erheblich weiter zurück, d. h. in einer frühen Zeit des Larvenlebens. Bei jenen jüngeren Olmen muss sie also aus irgend einem Grunde verhindert oder verzögert worden sein.

Von Verhinderung, d. h. vollständigem Ausschluss einer Weiterentwicklung der Augenkapsel in typischer Weise ist nicht die Rede, da alte Thiere den Anfang, noch ältere die Durchführung der Scheidung von Sclera und Cornea erkennen lassen. Es kann sich demnach nur um eine die Weiterentwicklung verlangsamende Wirkung irgend welcher Verhältnisse handeln. Dass diese Hemmung ziemlich früh stattgefunden haben muss, lehrt das Beispiel verwandter Formen.

Die Augenkapsel begann sich bei Proteus augenscheinlich normal anzulegen, wie sich anfangs ja wohl ohne Zweifel das Sehorgan überhaupt in der gewöhnlichen Weise entwickelt hatte. Sehr früh, wie unten gezeigt werden soll während oder gleich nach Abschnürung der Linsenblase, kam es nun in Bezug auf das Auge zu einer Abänderung des typischen Entwicklungsplanes, die allenthalben zunächst in Gestalt einer Hemmung, einer Verlangsamung im Tempo der weiteren Ausbildung zu Tage trat und sich auch auf die Augenkapsel erstreckte. Diese bildete sich von da an zwar nach dem gewöhnlichen Plan weiter, aber langsamer, als gewöhnlich, so dass der Anfang einer Differenzirung in zwei Schichten nicht mehr in das Larvenleben fallen, sondern erst längere Zeit nach Abschluss dieser Periode gemacht werden konnte. Das Tempo der Entwicklung nach dem ersten Auftreten jener Hemmung war augenscheinlich nicht bei allen Thieren dasselbe, sondern bei dem einen etwas schneller, bei dem anderen langsamer, eine Erscheinung, die sich nach Störung des ursprünglichen festen Entwicklungsplanes ja immer wieder findet. Ausserdem trat auch die Hemmung schwerlich für alle Individuen zur selben Zeit ein, sondern für das eine früher, für das andere später; die Augenkapsel nahm an dem kritischen Zeitpunkt also eine individuell verschieden hohe Stufe der Entwicklung ein. Beide Momente wirkten nun oft zusammen, und so kam es dann sehr häufig, dass ein jüngeres Thier eine weiter differenzirte Sclero — Chorioidea zeigen konnte, als ein unstreitig älteres, und sich andrerseits selten oder niemals zwei gleichaltrige Olme finden, deren Sclero — Chorioidea denselben Ausbildungsgrad zeigen würde.

Im Grossen und Ganzen fällt für letzteren aber trotzdem auch das Alter des Thieres ins Gewicht, denn die auf die angedeuteten Gründe zurückzuführenden Verschiedenheiten machen sich doch immer nur innerhalb gewisser Grenzen geltend: die Thatsache, dass ein sehr junger Proteus im Allgemeinen eine weniger entwickelte Sclero — Chorioidea aufweisen wird, als ein sehr alter, wird davon nicht berührt.

Dies gilt auch für den knorpeligen Scleroticalring. Derselbe zeigt in Form und Umfang sehr weitgehende individuelle Verschiedenheiten, doch besitzt auch er trotz alledem im Allgemeinen bei alten Thieren eine höhere Ausbildung, als bei jüngeren.

Ganz ebenso verhält es sich mit dem Grade der Pigmentirung der beiden Häute, sowie weiterhin dem Auftreten und dem Ausbildungsgrad einer Zwischenmembran, und endlich der, freilich nur in seltenen Fällen als solche erkennbaren, Anlage einer Lamina fusca.

Cornea.

Bei der Frage nach einer Hornhaut kann es sich der Natur der Sache nach nur um Cornea propria und Membrana Descemetii handeln, also mit Ausschluss einer Conjunktiva. Bei den allermeisten der untersuchten Thiere bestand die Cornea lediglich aus der vorderen, distalen Partie der Augenkapsel. Eine Membrana Descemetii, d. h. der den distalen Augenpol überziehende Theil der Chorioidea, konnte selbstverständlich nur in Fällen unterschieden werden, in welchen bereits eine Trennung zwischen Sclera und Chorioidea vor sich gegangen war, und auch da war sie mit dem Gefüge der Cornea propria nur schwer auseinanderzuhalten.

Die letztere besteht ausschliesslich aus einer Fortsetzung der äusseren Partien der Sclero — Chorioidea, also ohne Beimengung sonstiger Bindegewebszüge.

In den meisten Fällen zeigt die Cornea noch Zusammenhang mit dem Bindegewebe, welches das Augeninnere ausfüllt, d. h. der Glaskörperanlage. Da diese Verbindung auf die Zeit der Bildung der secundären Augenblase zurückgeht, so deutet auch ihr Persistiren auf eine abnorme Langsamkeit der Weiterentwicklung hin. Im normalen Auge pflegt ja diese Verbindung bald, schon mit Herausbilden der ersten Augenkapselanlage, verloren zu gehen. Im Proteusauge muss die Störung, die auf Augenkapsel- und Glaskörperanlage ihren Einfluss ausübte, demnach spätestens kurz nach Beginn der Ausbildung einer Augenkapsel, d. h. unmittelbar nach vollendeter Abschnürung der Linsenblase, eingetreten sein.

Es kommen jedoch auch Proteusaugen vor, in welchen kein solcher Zusammenhang mehr zu erkennen ist. Für diese dürfte die Entwicklungshemmung dann wohl erst später eingetreten sein, d. h. auf einer Stufe, auf welcher die Augenkapsel schon etwas höher entwickelt war und sich von den ihr anliegenden Gewebszügen bereits abgelöst hatte. Es weist dies Verhalten auch wieder darauf hin, dass der Zeitpunkt der Entwicklungshemmung, d. h. des ersten Auftretens sowohl, wie der Vollendung derselben, ein individuell verschiedener war.

Ebenfalls hieraus erklärt sich der mannigfaltige Grad der sonstigen Differenzirung der Hornhautanlage. Ausserdem kommt aber noch in Betracht, dass die Periode der verlangsamten Weiterbildung vom Eintritt der Störung bis zum Vollständigwerden der Hemmung ebenfalls eine für die einzelnen Thiere verschiedene Zeitdauer gehabt haben dürfte.

Glaskörper.

Die Augenbecherbildung ist im Proteusauge in der für die Wirbelthiere typischen Weise vor sich gegangen. Zunächst kam es dabei, verursacht durch andrängende Bindegewebsmassen, zur lateralen Einstülpung, die zeitlich mit der Linsenanlage zusammenfällt, und unmittelbar darauf zu der ventralen. Auf beiden Wegen, wenn auch in höherem Maasse auf dem zweiten, gelangt Bindegewebe ins Innere des Augenbechers. Es ist nun aber unverkennbar, dass beim Proteusauge die Masse jenes Bindegewebes eine viel geringere ist, als bei anderen Wirbelthieraugen. Worin der Grund dieser Erscheinung zu suchen ist, vermag ich, mangels genügenden embryologischen Materials, zur Zeit nicht zu entscheiden, die Thatsache aber scheint mir festzustehen. Der Hohlraum des Augenbechers wird infolgedessen nicht genügend ausgefüllt, und die inneren Wände desselben nähern sich daher einander mehr und mehr, lassen jedoch immer noch einen ziemlich weiten Raum zwischen sich. In diesem verengerten Glaskörpergebiete beginnt dann das Bindegewebe sich zur typischen Glaskörpermasse umzubilden.

Ob dabei die für andere Theile des Auges inzwischen eingetretene Entwicklungshemmung ebenfalls ihren Einfluss geltend macht, etwa durch Verlangsamung dieses Umbildungsprozesses, lässt sich nicht erkennen, doch scheint es mir immerhin wahrscheinlich. Sicher ist, dass etwa von dem Zeitpunkt ab, wo die Linse der Rückbildung anheimfällt, auch die bereits umgewandelte Vitrealmasse immer spärlicher wird, d. h. augenscheinlich zur Resorption gelangt, so dass sie, bald nach dem vollständigen Schwinden der Linse, ebenfalls ganz fehlt. Es erklärt sich auf diese Weise die Erscheinung, dass bei den von mir untersuchten Olmen ein theilweise zu jener typischen gerinnselartigen Masse zerfallenes Vitrealgewebe immer nur in denjenigen Augen auftrat, die noch eine Linse besassen, ganz ohne Rücksicht auf das Alter des Thieres, auf Bulbusgrösse etc.

Die Stelle der Linse nahm nach ihrem Zerfalle, wie gezeigt wurde, Bindegewebe ein. Dasselbe gehört ebenfalls den vitrealen Massen an und zwar den am meisten distal, eben gerade in der Umgebung der Linse, gelagerten Theilen derselben, die dabei eine Vermehrung erfuhren, theils wohl auf dem Wege der Zelltheilung, theils aber auch durch Zuwachs von den inneren Lagen der Augenkapsel her. Nach vollständigem Verschwinden der Linse schoben sich die Augenbecherränder, die Iris, wenn man so will, einander noch weiter entgegen und kamen auf diese Weise dazu, einen Theil des früher von der Linse eingenommenen Raumes zu occupiren. Dadurch wird das an dieser Stelle gelegene Bindegewebe verdrängt und nach dem Augeninnern hingeschoben, wo durch Resorption des früher vorhandenen Glaskörpergefüges wieder Raum geworden ist. So kommt es dann, dass bei alten Olmen und überhaupt solchen, die der Linse entbehren, das Innere des Augenbechers nun wieder von unveränderten Bindegewebszügen mit Zellen und Kernen erfüllt ist, die hinwiederum durch ihre Anwesenheit ein weiteres Sichnähern der Innenflächen

Linse.

Betreffs der näheren Erklärung des Baues der Linse, so wie sich dieselbe bei erwachsenen Olmen verschiedenen Alters darstellt, kann ich auf meine früheren Ausführungen*) verweisen.

Es ist, nach anfangs in der gewöhnlichen Weise verlaufener Entwicklung, in dieser bald eine Hemmung eingetreten und zwar in der Zeit gleich nach Abschnürung der Linsenblase vom Ectoderm. Dies geht zweifellos aus dem Zustande ihrer Zellen hervor, die noch nicht die geringste Spur einer Umbildung in die typischen Linsenelemente aufweisen, weder was Form, noch was Anordnung betrifft. Es handelt sich bei der Hemmung aber zunächst nur um ein, wahrscheinlich erst allmählich vollständig werdendes Aufhören der positiven Weiterentwicklung für das Organ: einem Rückbildungsprozesse wurde dasselbe vorläufig noch nicht unterworfen. Diese Thatsache geht vor allem aus dem Zustande hervor, in welchem sich die Linsenkapsel bei erwachsenen Thieren findet. Im normalen Auge legt sich dieselbe zunächst als eine, aus anfangs lockerer geschichteten, später immer straffer verlaufenden Bindegewebszügen gebildete Hülle rings um die abgeschnürte Linsenblase herum an. Die sie zusammensetzenden Fibrillen rücken enger und enger zusammen, unter allmählichem Verluste der bisher noch in ihnen vorhandenen Kerne, verschmelzen mehr und mehr miteinander, und es entsteht so schliesslich die homogene Membran, als welche sich die fertige Linsenkapsel typisch darstellt.

---

*) Theil I pag. 80 ff.

Diese Stufe hat sie nun bei Proteus in vielen Fällen ebenfalls erreicht, in anderen ist sie derselben wenigstens sehr nahe gekommen. Zur Erreichung eines solchen Ausbildungsgrades ist aber, auch wenn man eine Verlangsamung des Entwicklungstempos hier ganz ausser Acht lassen wollte, ein relativ langer Zeitraum nöthig. Wäre nun in Bezug auf die Linse sofort nach ihrer Abschnürung nicht bloss eine Hemmung, sondern vielmehr gleich ein Rückbildungsprozess eingetreten, so hätte sich die damals in erster Anlage begriffene Linsenkapsel sicher nicht noch so lange weiter entwickelt, es wäre auch für sie vielmehr wenigstens zur Hemmung gekommen. Man kann sich ja wohl vorstellen, dass eine Vorrichtung, die schon bis zu einem gewissen, relativ nicht zu geringen Grade gediehen ist, nach Sistirung der Entwicklung desjenigen Organes, dem sie ausschliesslich dienen soll, sich noch eine Zeitlang, dem alten Plane folgend, weiterzubilden im Stande wäre. Keinesfalls aber hat die Annahme eine Wahrscheinlichkeit für sich, dass für ein im Zerfall, im Verschwinden begriffenes Organ noch eine derartige Hilfseinrichtung sich fast von Grund aus neu bilden und dazu noch zu hoher Entwicklung gelangen sollte. Es scheint mir also, als ob die Linse, mehr oder weniger kurze Zeit nach ihrer Abschnürung, aufgehört hätte, sich weiter zu entwickeln, eine Hemmung, die sich aber erst ganz allmählich auf die Linsenkapsel ausdehnte. Kurz, ehe letzteres der Fall war, begann dann aber nun wirklich der Zerfall der Linse selbst, ihre Rückbildung, und dieser Prozess erstreckte sich in der Folge auch auf die Kapsel.

Der Zeitpunkt, an welchem die Hemmung sich zuerst geltend machte, ist aber nun augenscheinlich nicht für alle Individuen derselbe. Er trat für das eine vielleicht unmittelbar nach der Abschnürung der Linsenblase ein, für ein anderes etwas später. Da die erste Hemmung, wie sich dies ja immer wieder findet, kein sofortiges Sistiren aller und jeder Entwicklung, sondern zunächst nur eine, wenn auch recht erhebliche Verlangsamung im Tempo der Weiterbildung bedeutete, so hatten die Linsen, für welche die allererste Hemmung später eintrat, noch Zeit, einen höheren Grad der Ausbildung zu erreichen, als die schon früher gestörten. Es war dabei freilich auch in den extremsten Fällen niemals soweit gekommen, dass die Zellen der Linsenblase bereits die Andeutung einer Umwandlung in Fasern zeigten, oder auch nur sich in der typischen Weise anordneten, die höhere Ausbildung beschränkte sich vielmehr auf Zunahme der Zellen bezüglich Anzahl und, in geringerem Maasse, wohl auch Grösse.

Weiterhin war das Tempo, in dem nach der ersten Einwirkung der Hemmung die Weiterbildung vor sich ging, jedenfalls ein individuell verschiedenes. Bedeutend verlangsamt war es ausnahmslos, aber doch bei dem einen Individuum in höherem, bei dem anderen in geringerem Grade: eine Folge der nach der Störung eingetretenen Lockerung des festen Entwicklungsplanes. Auch dieser Umstand trug dazu bei, dass sich unter den unverkennbar schon stark im Zerfall begriffenen Proteuslinsen doch immer einzelne finden, die eine unstreitig höhere Entwicklungsstufe darstellen. Auch die Geschwindigkeit, mit der schliesslich die Rückbildung sich vollzog, war eine ungleiche. Augen, die bei Eintritt der endgiltigen Sistirung ihrer Entwicklung eine relativ hohe Stufe bereits erreicht hatten, setzten dem Zerstörungsprozess grösseren Widerstand entgegen, die Rückbildung konnte deshalb, anfangs wenigstens, nur erheblich langsamer Platz greifen. Es ist dies Verhalten theilweise ein Grund für die Erscheinung, dass die Augen älterer Olme ihre Linse oft noch in weniger rückgebildetem Zustande präsentiren, als diejenigen bedeutend jüngerer Thiere.

Iris und Ciliarkörper.

Die Iris wird auf allen Stufen lediglich durch den Augenbecherrand dargestellt, ein Zustand, der ja in normalen Augen, bis auf eine ziemlich hohe Entwicklungsstufe hinauf, der gewöhnliche ist. Zu einer Weiterentwicklung, d. h. zu einem Hervorwachsen des chorioidealen Irisblattes über die beiden anderen, der Augenblase selbst angehörigen, kommt es typisch erst auf einer Stufe, auf welcher die Linse ihrer Vollendung schon sehr nahe gelangt ist. Zu gleicher Zeit verschwindet dann auch der zwischen den beiden ectodermalen Blättern bis dahin meist noch persistirende Rest der primären Augenhöhle.

Bei Proteus, bei dem ja die Linse längst wieder verschwunden ist, ehe die Verlängerung der chorioidealen Iris normalerweise zu beginnen hätte, unterbleibt dieselbe vollständig. Ebenso verschwindet die Höhle zwischen dem retinalen und Pigmentepithelblatte der Irisanlage niemals. Die Existenz einer Iris ist zwar für das Proteusauge von höchster Wichtigkeit, zumal nach Verlust der Linse; weniger in Betracht kommt aber der feinere Bau derselben, es wird deshalb auf ihre Weiterbildung in dieser Hinsicht nach der Hemmung auch nur wenig mehr verwendet. Ein Grössenwachsthum findet freilich noch statt, zeigt jedoch deutlich die eingerissene Planlosigkeit. Einen Ausdruck von dieser sehe ich unter anderem in dem zuweilen vorkommenden, sonst unerklärlichen Auftreten jener unverhältnissmässig grossen Zellen im Pigmentepithelblatte der Iris.

Die Anlage eines Ciliarkörpers lässt sich bei Olmen konstatiren, die noch eine Linse besitzen, geht aber selten über die ersten Anfänge hinaus. Eine Hemmung in ihrer Entwicklung tritt augenscheinlich etwa gleichzeitig mit dem Zerfall der Linse ein. Das corpus ciliare entwickelt sich dann gelegentlich noch eine Zeitlang langsam weiter, so dass man dasselbe z. B. bei älteren Thieren, deren Linse bereits wieder verschwunden ist, in etwas höherer Ausbildung antreffen kann. In anderen Fällen mag aber die Hemmung die Partien des inneren Augenblattes, wo der Ciliarkörper auftreten sollte, schon zugleich mit der Linse betroffen haben, und derselbe kommt dann überhaupt nicht zur Entwicklung. Man findet daher oft verhältnissmässig junge Thiere, die keine Linse mehr besitzen, aber auch von einem Ciliarkörper keine Spur aufweisen. Es ist also für diese Theile des Sehorgans schon frühzeitig eine Störung des festen Planes zu konstatiren, infolge deren ihre ganze Entwicklung ins Schwanken gerathen ist.

Pigmentepithel.

In Bezug auf das Pigmentblatt, (d. h. abgesehen von seinen zur Irisanlage gehörigen Partien) habe ich zunächst einen Fehler zu berichtigen, der mir in Theil I mit untergelaufen ist. Ich sagte dort*): „das Pigmentepithel ist . . . stets sehr dünn“. Dem ist indessen nicht so. Ich wurde zu der unrichtigen Ansicht verleitet durch Vergleichung dieser Haut mit der Augenkapsel. Dieser gegenüber erscheint das Pigmentepithel freilich ganz auffallend schwach, man darf aber nicht vergessen, dass ja die Sclero — Chorioidea im Proteusauge abnorm stark ist. Vergleicht man die Dicke des Pigmentepithels dagegen mit der Augentiefe, so ergeben sich zwar sehr schwankende Werthe (innerhalb der Grenzen 1 : 40 für ein sehr kleines, 1 : 108 für ein sehr grosses Thier), dieselben lassen aber doch alle erkennen, dass die Pigmenthaut des Proteus unverhältnissmässig dick ist, stellt sich ja doch z. B. für den ausgewachsenen Triton**) obiges Verhältniss auf 1 : 135.

Schon diese ungewöhnliche Stärke des Pigmentepithels bei Proteus berechtigte zur Annahme embryonalen Verhaltens. Weiterhin geht dann ein solches aus der Thatsache hervor, dass, freilich von recht bedeutenden Schwankungen abgesehen, die Dicke des Pigmentepithels mit zunehmendem Alter abnimmt, ohne dass sich allerdings ein constantes Verhältniss zwischen ihr und der Thierlänge, resp. der Bulbustiefe, erkennen liesse. Eine normale Stärke, wie z. B. bei Triton, besitzt das Pigmentepithel des Proteus indessen auf keiner Entwicklungsstufe. Es liegt daher die Annahme nahe, dass es auch für diesen Augentheil zu einer Entwicklungshemmung gekommen ist, die ihn in seinem Bestreben, normale Dimensionen zu gewinnen, wenn auch nicht lahm gelegt, so doch wesentlich behindert hat.

Auf welcher Entwicklungsstufe nun diese Hemmung sich zuerst geltend gemacht haben dürfte, dafür mag in Etwas die Thatsache einen Anhaltspunkt geben, dass die Pigmentepithelzellen der Ausläufer vollständig ermangeln. Diese letzteren treten aber in ihren Anfängen typisch ziemlich früh auf. Sie zeigen sich in normalen Augen zuerst etwa gleichzeitig mit dem Beginne der Sehzellenbildung, also nicht sehr lange nach der Herstellung des Augenbechers, und nachdem dessen inneres Blatt, was sofort geschieht, einen mehrschichtigen Bau angenommen hat. Da die Pigmentepithelzellen bei Proteus von Fortsätzen gegen die Retina hin auch keine Spur erkennen lassen, so muss angenommen werden, dass die erste Hemmung der Entwicklung des Pigmentblattes in die Zeit kurz nach Einstülpung der primären Augenblase zur secundären zu verlegen, also etwa um dieselbe Zeit, wie die Hemmung der Linsenentwicklung, eingetreten ist.

Retina.

Die Augen sämmtlicher von mir untersuchten Olme gehörten erwachsenen Exemplaren, wenn auch von sehr verschiedenem Alter an. Bei normaler Entwicklung müssten also die Netzhäute bereits fertig sein, d. h. abgesehen von unbedeutenden Einzelheiten den typischen Bau einer ausgebildeten Wirbelthierretina zeigen. Dies ist aber, selbst bei den ältesten Olmen, nicht der Fall, doch sind die Abweichungen von typischen Verhältnissen für die Retina entschieden weniger weitgehend, als für andere Theile des Auges. Freilich spielen individuelle Schwankungen auch hier eine grosse Rolle, wie schon die Betrachtung der Gesammtstärke der Retina†) zeigt.

Auffallend sind diese Stärkenverhältnisse durchweg, auch im Vergleich mit den Zahlen, die sich für ein verwandtes normales Auge (Triton) ergeben. Es verhält sich bei diesem nemlich die Retinadicke im Augenhintergrunde zur Augentiefe wie 1 : 6,6; die Netzhaut ist also, in Anbetracht der beiderseitigen Augaxenlänge, nicht viel mehr, als halb so dick, wie bei dem höchstentwickelten Proteus. Trotzdem hat die Retina des letzteren von den niedersten Stadien an, die mir zur Untersuchung vorgelegen haben, im Allgemeinen das Bestreben gezeigt, sich im Verhältniss zur Augentiefe immer mehr zu verdünnen. Der Umstand, dass sie dabei auch nicht annähernd zu normalen Dimensionen gelangt ist, zeigt, dass die Entwicklung der Proteusretina abnorm langsam vor sich geht. Schon die am tiefsten stehenden Netzhäute von Proteus müssten ja, weil erwachsenen Thieren angehörig, normalerweise ungefähr dasselbe Stärkenverhältniss zeigen, wie Triton. Da dies aber thatsächlich nicht der Fall, so muss sich auf früherer Stufe ein Einfluss geltend gemacht haben, der es verhinderte, es muss also eine Hemmung stattgefunden haben.

---

*) Theil I pag. 87.

**) Bei Feststellung der Verhältnisszahlen für Triton wurden die Fortsätze der Pigmentepithelzellen ignorirt, da diese ja bei Proteus fehlen.

†) Theil I pag. 94. Tabelle.

In welcher Zeit diese zuerst aufgetreten ist, darüber lässt sich freilich nichts Sicheres angeben, wahrscheinlich hat sich ihre Wirkung nicht lange nach Bildung der secundären Augenblase geltend gemacht, also etwa zu der Zeit, wo die Retina begann, mehrschichtig zu werden. Mag das Ereigniss indessen auch vielleicht in eine spätere Zeit fallen, das ist jedenfalls sicher, dass die Hemmung in Bezug auf die Retina ebensowenig oder noch weniger, als hinsichtlich anderer Theile des Auges, in einem plötzlichen Aufhören aller Fortbildung bestanden, sondern dass es sich vielmehr zunächst nur um eine mehr oder weniger bedeutende Verzögerung, um ein Langsamerwerden im Tempo der Weiterentwicklung gehandelt hat.

In welcher Weise die Hemmung gewirkt haben dürfte, mag die Betrachtung der einzelnen Netzhautschichten zeigen.

Die Opticusganglienschicht ist bei kleinen Exemplaren unverhältnissmässig dünn. Ihre Stärke verhält sich zu der Gesammtretina wie 1 : 8,2, während sich dies Verhältniss z. B. bei einem erwachsenen Triton auf 1 : 5,7 stellt. Je älter das Thier wird, desto mehr macht sich jedoch das Bestreben geltend, das Fehlende allmählich zu ersetzen, ein Ziel, das bei sehr grossen Olmen auch erreicht wird. Hieraus dürfte hervorgehen, dass infolge der früheren Hemmung und dadurch eingetretenen Verzögerung die Opticusganglienschicht nicht zur rechten Zeit eine normale Form hat erreichen können, sondern erst verspätet dazu gelangt ist. Da diejenigen Olme, deren Opticusganglienschicht eine relativ hohe Ausbildung zeigt, auch im Übrigen viel weiter entwickelt — also wohl älter — sind, als die mit noch niedrigerer Opticusganglienschicht, so folgt daraus ferner, dass zwischen Eintritt und Vollständigwerden der Hemmung ein Zeitraum von zwar individuell schwankender, immerhin aber nicht unerheblicher Dauer liegen muss.

Die Granulosa interna zeigt nichts Ungewöhnliches.

Auch die innere Körnerschicht mit ihren verschiedenen Bestandtheilen ist bei kleineren Thieren noch sehr unfertig und gewinnt erst im Laufe des weiteren Wachsthums ihren typischen Bau. Auffallend bleibt dabei aber — und dies gilt mit Ausnahme der Opticusganglienschicht für alle Netzhautlagen — der Umstand, dass auch in den fortgeschrittensten Netzhäuten die Elemente entschieden weniger zahlreich sind und infolgedessen nicht entfernt so enge gedrängt stehen, als man es nach Analogie normaler Augen erwarten müsste. Selbst in den normaler Ausbildung am nächsten kommenden Netzhautlagen, die das Proteusauge aufweist, z. B. bei alten Thieren der Schicht der inneren Ganglienzellen, liegt niemals durchweg eine Zelle an der anderen, sondern es finden sich immer wieder kleinere zellfreie Zwischenräume.

In der inneren, wie äusseren Körnerschicht fällt dann weiterhin die grosse Anzahl der Körnerzellen auf. Dieselben zeigen meist keine Spur einer Umbildung in ganglienzellenartige Elemente, resp. in Sehzellen. Es sind Zellen, die schon vor Eintritt der Hemmung gebildet waren, und die nachher nicht in dem Masse zur Weiterverwendung haben gelangen können, wie nach dem ursprünglichen Entwicklungsplan voraussichtlich geschehen wäre. Ein Theil von ihnen wird allerdings im Laufe der verlangsamten Weiterentwicklung noch in dem ursprünglichen Sinne herangezogen, in der Mehrzahl aber gehen sie dem Zerfall entgegen und vermehren die Zwischensubstanz.

Aber auch betreffs der bereits entwickelten oder in der Entwicklung begriffenen gangliösen Elemente ist nach der Hemmung der Nachlass der Wachsthumsenergie unverkennbar und macht sich bemerklich bei dem Bestreben, mit den nun einmal noch vorhandenen Mitteln den Aufgaben, die trotzdem noch, wenn auch in verringertem Masse, dem Auge gestellt sind, zu genügen. Dadurch erklären sich jene Lücken und der lockere Bau vornehmlich der gangliösen Lagen in der Proteusretina. Es werden nemlich alle Reserveelemente zur Bildung von Ganglienzellen verwendet, so dass dann die Neubildung von Zellen, welche die durch den nothwendigen Zerfall von solchen verursachten Lücken ausfüllen könnten, unterbleiben muss.

Dasselbe ist auch für die übrigen Netzhautschichten zu konstatiren. Infolge der Entwicklungshemmung wurde die äussere Körnerschicht viel später als solche von der inneren abgetrennt. Die Umbildung der sie zusammensetzenden Körnerzellen, einerseits zu Sehzellen, andrerseits zu Ganglienzellen, konnte infolgedessen erst später beginnen und schritt ausserdem noch viel langsamer fort, als im normalen Auge. So finden wir denn einerseits bei den kleinsten der untersuchten Olme noch kaum die ersten Anfänge von als solchen erkennbaren Sehelementen, und andrerseits sind diese bei den grössten Thieren lange nicht zur typischen Vollendung gediehen, da ja gerade sie diejenigen Theile darstellen, die auch in der normalen Netzhaut am spätesten fertig gemacht werden.

Auch die nervöse Leitung zeigt den Einfluss der Hemmung. Dieselbe ist bei kleinen Thieren noch sehr unvollkommen, augenscheinlich oft zunächst nur stellenweise durchgeführt und wird erst allmählich vervollständigt, so dass nur alte Exemplare allenthalben eine Verbindung zwischen Opticusganglienzelle und Sehzelle in der früher beschriebenen Weise besitzen.

Das Stützsystem der Retina ist entschieden geringer entwickelt, als in normalen Augen. Der Grund davon liegt einerseits in dem Umstande, dass, wie gezeigt wurde, ins Augeninnere ganz erheblich weniger Bindegewebe gelangt sein dürfte, womit also das Material zur Herstellung des Stützsystems bedeutend vermindert war. Andrerseits hat aber die allgemeine Verlangsamung in der Entwicklung auch auf die Ausbreitung des stützenden Gewebes ihren direkten Einfluss ausgeübt. Es gelangten deshalb weniger zahlreiche Bindegewebszüge dazu, die ganze Netzhaut zu durchwachsen, und konnten damit dann auch weniger Stützfasern zur Ausbildung kommen. Auch ihre Verästelungen konnten also nur eine geringere Rolle spielen. So erklärt sich das späte Auftreten einer Granulosa externa, sowie der Umstand, dass diese Schicht niemals zu erheblicher Ausdehnung zu gelangen vermag.

Der verspätete Beginn jener Mesodermeinwanderung in die Retina, aus welcher das Stützsystem hervorgeht, liess es dann auch nicht mehr zur Bildung einer Membrana limitans interna kommen.

Das Ende aller Netzhautentwicklung wurde durch den schliesslichen Verbrauch der Entwicklungsenergie, also das Vollständigwerden der Entwicklungshemmung bedingt. Diese Sistirung erfolgte für die Retina zweifellos längere Zeit nach dem ersten Fühlbarwerden der Störung, als für andere Theile des Auges und zwar zu einer Zeit, wo z. B. die Linse bereits wieder vollständig verschwunden war. Die Thierlänge, also das relative Alter des Thieres, kommt hiebei nicht in Betracht, da ja, wie gezeigt wurde, grössere Thiere eine geringer entwickelte Retina besitzen können, als kleinere. Die Zeitpunkte des ersten Eintretens und der Vollendung der Hemmung sind eben individuell verschiedene, und die Netzhaut wurde von dieser auf individuell verschiedenem Standpunkte ihrer Ausbildung betroffen.

Opticus.

Hat sich für die übrige Proteusretina das nach der Hemmung an anderen Augenpartien bemerkliche Schwanken im Gange der Weiterentwicklung viel weniger gezeigt, so verhält sich die Opticusfaserschicht in diesem Punkte anders.

Nach Störung der normalen Entwicklung müsste die Weiterbildung mit erheblich verringerten Mitteln geschehen. Da an das Auge und die Retina nun doch noch Anforderungen gestellt waren, so handelte es sich darum, vor Eintritt des vollständigen Stillstandes der Entwicklung noch einen möglichst hohen Grad der Vollendung zu erreichen, sei es auch nöthigenfalls unter Verlassung der sonst üblichen Wege. Eine der nächstliegenden Aufgaben war dabei nun die, eine Verbindung mit dem Centralnervensystem herzustellen, mit anderen Worten: den Sehnerven zu bilden. So sammelten sich denn auch hier die Hauptfortsätze der Opticusganglienzellen nicht zunächst, wie dies ja im normalen Auge der Fall, zu einer Opticusfaserschicht, sondern jede einzelne suchte sich den kürzesten Weg nach dem Augenblasenstiel, d. h. nach der Bahn für den Sehnerven. So kommt es, dass im Proteusauge bei allen Stadien sich die Opticusfasern oft einzeln, oft zu schwächeren oder stärkeren Bündeln vereinigt, häufig zwischen den Opticusganglienzellen liegend, vorfinden.

Auf Grund meiner Untersuchungen glaube ich behaupten zu können — Sicherheit habe ich über diesen Punkt freilich keine —, dass nur ein Theil der Opticusganglienzellen Hauptfortsätze aussendet, also Opticusfasern entwickelt. Ist diese Beobachtung richtig, so erklärte sich der Umstand ebenfalls wieder durch die Hemmung und dadurch herbeigeführte Verlangsamung, die schliesslich zu einem vollständigen Entwicklungsstillstande wird. Für die Richtigkeit der angeführten Beobachtung spricht auch die abnorme Schwäche des Sehnerven, der mit Rücksicht auf die grosse Zahl der ganglösen Elemente, welche die Opticusganglienschicht zusammensetzen, entschieden viel stärker sein müsste.

Wie oben gezeigt wurde, ist schon die ventrale Einstülpung der primären Augenblase nicht mit der gewöhnlichen Energie und in dem gewöhnlichen Umfang bewerkstelligt worden. Diese Eindrückung hat sich daher auch auf den Augenblasenstiel, wenn überhaupt, so jedenfalls nur in ganz beschränktem Maasse, ausgedehnt: zur Bildung einer tiefen Rinne, aus der dann eine Röhre hätte entstehen können, ist es sicher nicht gekommen und somit auch nicht zur Einschliessung von Bindegewebe in den Augenblasenstiel resp. Sehnerven. Man findet daher im letzteren bei Proteus auf keiner Entwicklungsstufe Spuren eines Stützsystems.

Bei anderen Augen verschwinden ja diese Reste auf höheren Entwicklungsstufen wieder, und der Sehnerv des ausgebildeten Thieres zeigt dann auch nichts mehr davon. Das Auge des Proteus ist nun aber in allen übrigen Theilen so weit hinter dieser Stufe der normalen Sehorgane zurückgeblieben, dass es widersinnig wäre, für den Sehnerv anzunehmen, er allein sei so weit vorgeschritten (ganz abgesehen von seiner auffallenden Schwäche und seinem lockeren Bau). Es darf desshalb an eine Resorption thatsächlich im Proteusopticus vorhanden gewesener Bindegewebselemente nicht gedacht werden, ihre Abwesenheit ist vielmehr lediglich in der oben angegebenen Weise zu erklären.

Den Einfluss einer langsamer, als normal fortschreitenden Entwicklung zeigt auch die piale Opticusscheide, die, noch weit vom Stadium der Membran entfernt, aus verhältnissmässig starken Bindegewebszügen sich zusammensetzt. Bei jüngeren, aber sonst wohlausgebildeten Thieren, wo sie bereits fertig sein sollte, hat sich die piale Scheide noch nicht gegen die durale, diese noch nicht deutlich gegen das Bindegewebe der Augenumgebung abgesetzt. Dasselbe Verhalten zeigt sich dann aber gelegentlich auch wieder in sonst höher entwickelten Proteusaugen. Es genügt zur Erklärung daher nicht nur, eine verlangsamte Entwicklung anzunehmen, sondern man hat es vielmehr dabei mit einer Hemmung zu thun, die bei dem einen Exemplar früher, beim anderen später eintrat, daher, als sie zur vollständigen Aufhebung aller Weiterbildung führte, das Auge und damit dann auch die Opticusscheiden auf einer individuell verschieden hohen Entwicklungsstufe betraf.

Wirft man nun einen Rückblick auf die Gesammtentwicklung des Proteusauges, so ergibt sich etwa Folgendes:

Das Sehorgan hat sich normal angelegt und seine Entwicklung zeigt in der ersten Zeit nichts Ungewöhnliches. Zur Zeit jedoch, wo die Linse sich zu bilden beginnt, machen sich hemmende Einflüsse geltend. Wahrscheinlich sind dieselben darauf zurückzuführen, dass auch beim Proteus sich andere Organe, nebst ev. Hilfsorganen, in Anpassung an die Existenzbedingungen des Thieres in hervorragender Weise entwickelten, wodurch dann dem Auge — das infolge der Lebensweise des Thieres an Bedeutung verloren hatte — ein Theil der unter normalen Verhältnissen ihm allein zu gute kommenden Entwicklungsenergie entzogen wurde. Vielleicht infolgedessen scheint dann bei Proteus das Bindegewebe der nächsten Umgebung der primären Augenblase viel weniger reichlich aufzutreten, als dies bei normalen Augen der Fall ist. Dies Bindegewebe nähert sich nun in Begleitung der Augenblase dem Körperepithel immer mehr und bewirkt endlich einerseits die Abschnürung der Linse, andrerseits die — doppelte — Einstülpung der Augenblase. Bereits diese Einstülpungen zeigen aber eine Abweichung vom Gewöhnlichen, indem sie augenscheinlich abnorm langsam zu Stande kommen. Es wird die laterale (wie auch die Abschnürung der Linse) und weiterhin, und zwar in besonders auffälliger Weise, die ventrale, entschieden mit viel weniger Energie, die letztgenannte auch lange nicht in dem Umfange, ausgeführt, wie in normalen Augen. Es ist also bereits eine Entwicklungsstörung, eine Hemmung, aufgetreten, deren Einfluss sich in der Folge allenthalben im Auge bemerklich macht.

In erster Linie geht nämlich die Weiterentwicklung abnorm langsam vor sich. Die Folge ist, wie im Vorhergehenden mehrfach betont wurde, dass die meisten Theile des Auges nicht fertig werden, den Ausbildungsgrad, den sie in normalen Sehorganen besitzen, also nicht erreichen konnten. Es machen sich dabei individuelle Verschiedenheiten geltend, indem das Auge des einen Proteus bis zu einer höheren Entwicklungsstufe zu gelangen vermochte, als ein anderes. Diese Verschiedenheit erklärt sich ohne Zweifel daraus, dass die Entwicklungsenergie für das eine Individuum grösser, für das andere geringer war, somit die Entwicklung nach der Hemmung in einem Falle längere, im anderen nur kürzere Zeit noch weitergehen konnte, ehe vollständiger Stillstand eintrat. Woher diese Ungleichheit im Grade der Entwicklungsenergie aber kommt, lässt sich freilich nicht erkennen.

In zweiter Linie stellt sich das Verschwinden gewisser Theile des Auges als direkte Folge jener Entwicklungshemmung dar. Es sind dies: die Linse, der Glaskörper und vielleicht auch der Ciliarkörper. Bei dem Bestreben, das Auge nach der Hemmung mit den noch vorhandenen Mitteln so gut, als eben möglich funktionsfähig zu machen, war die Entwicklungsenergie in erster Linie auf die wichtigsten Theile gerichtet gewesen, d. h. auf die percipirenden, also die Retina. Zur typischen Vollendung hatte jedoch auch diese nicht mehr gelangen können. Es setzt nun aber eine normal entwickelte Linse, um ihrer Aufgabe gerecht werden zu können, eine normale Netzhaut voraus. Letztere war bei Proteus nicht erreichbar, daher unterblieb auch die Weiterbildung der Linse; was von ihr, gleichsam vor der Entscheidung über die Netzhautfrage, schon gebildet worden war, fiel der Auflösung, der Rückbildung, anheim. Ganz ebenso verhält es sich auch mit der Glaskörperanlage: Zur Schaffung percipirender und brechender Organe reichten die Mittel im Proteusauge nicht aus, es bildeten sich daher nur die wichtigeren, d. h. die percipirenden, zum Theil auf Kosten der brechenden.

Aus denselben Gründen unterblieb auch die Ausbildung einer normalen Cornea, weiterhin eines Ciliarkörpers und einer höher differenzirten Iris.

Endlich ist als Folge der Entwicklungshemmung das Einreissen einer gewissen Planlosigkeit der Weiterbildung zu betrachten. Beim normalen Auge erfolgt ja die Ausbildung bis ins kleinste Detail hinaus gleichsam nach einem festen vorgeschriebenen Plan. Dieser lässt sich nun auch im Proteusauge natürlich sofort erkennen, aber es finden immer wieder kleine Abweichungen davon statt: die Regel hat noch Geltung, aber sie erloidet zahlreiche, wenn auch im Einzelnen geringfügige Ausnahmen Solche Planstörung kommt vor Allem zum Ausdruck in Form der mannigfachen individuellen Verschiedenheiten, die sich einmal in bald mehr, bald weniger straffem Bau der Augenkapsel, dann wieder in der, hier regelmässigen, dort lückenhaften und fast verworren anzusehenden Anordnung derselben Netzhautschichten etc. geltend machen.

Siphonops annulatus.

Wie schon Theil I bemerkt, standen mir zur Untersuchung nur eine Anzahl Köpfe von Siphonops zur Verfügung, und war mir dabei Körperlänge und weiterhin Alter unbekannt, womit leider einer ganzen Reihe von Vergleichungen der Grössen- und Wachsthumsverhältnisse des Auges die Grundlage ahgieng. Es handelte sich dabei stets um vollständig erwachsene Thiere.

Die im Texte sich findenden Zahlenangaben sind nach den Befunden an einem einzigen Exemplar gemacht, differiren jedoch, wie immer wieder angestellte Vergleichungen gezeigt haben, nur wenig mit den bei den anderen sich darbietenden Verhältnissen.

Da die embryologische Untersuchung ausgeschlossen war, so konnten Schlüsse auf eine erfolgte Entwicklungshemmung, sowie den wahrscheinlichen Zeitpunkt von deren Eintritt nur auf Grund von Spuren gezogen werden, die sich im fertigen Sehorgane noch nachweisen lassen. Auch der Vergleichung mit einem normalen Amphibienauge wurde weniger Platz eingeräumt, da mir nähere Verwandte des Thieres, deren Sehorgane nicht ebenfalls unter dem Einfluss besonderer Beleuchtungsverhältnisse stünden, nicht bekannt sind, jedenfalls nicht zur Verfügung waren. Wo ich dennoch von Vergleichen nicht absehen zu können glaubte, habe ich wieder das Auge eines erwachsenen Triton cristatus dazu herbeigezogen.

Orbita.

Die Orbita ist sehr hoch entwickelt und durch vorgelagerte Skelettstücke noch weiter ausgebildet. Eine auf das Auge sich ev. geltend machende Entwicklungshemmung kann daher erst zu einer Zeit eingetreten sein, zu welcher ein irgendwie merkbarer Einfluss derselben auf jene Skeletttheile nicht mehr in Frage kommen konnte.

Bulbus oculi.

Der Augapfel zeigt in der Form keine, in den Dimensionen*) nur ganz geringfügige individuelle Schwankungen, die daher bei der Beurtheilung des Organs ohne alles Bedenken ignorirt werden mögen.

Deckschicht.

Der starke Bindegewebszapfen, welcher sich distal vom Auge zwischen dieses und die Körperhaut eingeschoben hat, verdankt seine Existenz jedenfalls zum grossen Theile dem Bestreben des Siphonopsauges, sich brechende Organe zu schaffen, die der nun einmal abnormen Ausbildung der percipirenden am besten zu entsprechen vermögen. Wäre der Zapfen nur dazu da, den praecornealen Hohlraum abzuschliessen, so wäre seine bedeutende Stärke unerklärlich. Dazu würde auch eine weit schwächere Gewebsschicht genügen, wie sie an der proximalen Seite des Hohlraumes, z. B. durch die Cornea dargestellt wird. Die Annahme liegt daher nahe, dass der Bindegewebszapfen mit seinem regelmässigen Bau, seiner straffen Schichtung, dem ungemein gestreckten Verlauf seiner Fibrillen, eben eine für das Siphonopsauge möglichst passende Lichtbrechung herbeizuführen bestimmt sein mag.

Welchen Bindegewebsmassen dieser Zapfen seine Entstehung verdankt, ist am Auge des erwachsenen Thieres nicht mehr zu erkennen. Er ist gegen Cutis einerseits, Augenkapsel andrerseits stets deutlich abgesetzt, was freilich auch durch spätere Trennung zu erklären wäre und gegen seine Abstammung von der einen oder anderen Gewebspartie nichts beweist. Typisch pflegt jedoch das dem Ectoderm unterliegende Bindegewebe, aus welchem dann zum Theil die Cutis entsteht, stets sehr wenig mächtig zu sein, und es liegt kein Grund vor, anzunehmen, dass dies bei Siphonops sich anders verhalte. Es ist diese Annahme umsoweniger nothwendig, als — ganz regelmässig — am Auge der Fische und urodelen Amphibien zwischen Cornea propria und Oberhaut sich Bindegewebsmassen einschieben, welche der Umgebung des Bulbus entstammen. Hier mag auch für Siphonops der Ursprung jenes Zapfens zu suchen sein.

Es ist dann aber noch zweifelhaft, ob derselbe mit der Augenkapsel direkt oder mit Massen aus dem weiteren Umkreise des Augapfels genetisch zusammenhängt. Nun aber stellt er zweifellos eine Einrichtung dar, die sich infolge der veränderten Existenzbedingungen, in welche das Auge gerieth (phylogenetisch betrachtet), und dadurch hervorgerufener Modification, resp. Hemmung im Ausbau des Auges, nothwendig gemacht hat. Dieses hat sich aber während eines relativ bedeutenden Zeitraumes normal entwickelt, was aus seiner hohen Ausbildung einerseits, sowie andrerseits aus der Thatsache erhellt, dass die Umbildung der das Auge bedeckenden Körperhaut in vollkommen typischer Weise durchgeführt worden ist. Es ist dabei das Auge vor Eintritt der seinen Entwicklungsgang abändernden Umstände zu einem Ausbildungsgrade gediehen, auf welchem die Augenkapsel längst gegen aussen aufs Allerschärfste sich abgesetzt zu haben pflegt, und es ist nicht anzunehmen, dass das Siphonopsauge hierin eine Ausnahmestellung eingenommen haben sollte. Demnach ist es zum Mindesten höchst unwahrscheinlich, dass der fragliche Zapfen aus der

---

*) Ich möchte jedoch einen Rechenfehler berichtigen, der mir früher bei Feststellung des Augenvolums infolge Verwechslung der Axen passirt ist. Der richtige Werth beträgt 0,0494 cbmm. Der Fehler war ja in Anbetracht dessen, dass es sich nur um ganz annähernde Feststellung handeln kann, kein allzu schwerwiegender, immerhin glaubte ich ihn, der Vollständigkeit wegen, hier verbessern zu sollen.

Augenkapsel hervorgegangen sein und sich später wieder gegen dieselbe abgesetzt haben sollte. Viel näher liegt die Annahme, dass er, wie gesagt, seine Existenz einer Wucherung des Bindegewebes der weiteren Bulbusumgebung verdanke. Der praecorneale Hohlraum wäre dabei wohl als solcher ausgespart geblieben, und nicht etwa durch spätere Spaltung entstanden.

Augendrüsen.

Was die grossen Drüsen proximal vom Auge betrifft, so habe ich es bei Beschreibung des Organes*) dahingestellt gelassen, ob man es dabei mit einer einzigen, zur Erfüllung einer bestimmten neuen Aufgabe etwas modificirten (Harderschen) Drüse zu thun hat, oder ob es sich, wie ältere Untersucher wollen, um zwei getrennte Organe, eine Harder'sche und eine von vorne herein für die Zwecke des Tentakels angelegte Orbitaldrüse handelt, die dann aber mit der eigentlichen Tentakeldrüse nicht zu verwechseln wäre.

Auch jetzt vermag ich mich noch nicht zu entscheiden, da der Bau des Organes ja hierüber keinen Aufschluss giebt, und ich embryologische Untersuchungen anzustellen nicht in der Lage war. Mehr Wahrscheinlichkeit scheint mir indessen die Annahme für sich zu haben, dass das fragliche Organ eine weiter ausgebildete Hardersche Drüse darstellt (so auch Wiedersheim). Es würde sich in diesem Falle auch eine ganze Reihe Beziehungen zu der abnormen Entwicklung des Sehorganes ergeben.

Beim normalen Auge legen sich nemlich die Augendrüsen ziemlich spät an. Das fragliche Drüsenorgan bei Siphonops hat nun, wie von allen Untersuchern übereinstimmend angegeben wird, die engsten Beziehungen zu den Tentakeln des „falschen Nasenloches". Die Tentakeln stehen aber im Dienste des Tastsinnes und stellen einen Apparat dar, der zweifellos dazu dient, das in seinen Funktionen beschränkte Sehorgan bis zu einem gewissen Grade zu ersetzen. Die Hemmung der Augenentwicklung erfolgt nun auf einer Stufe, auf welcher die Harderiana soeben angelegt worden war. Für das Sehorgan direkt war sie unter den herrschenden Verhältnissen nicht nothwendig, wurde infolgedessen in den Dienst des Tentakelapparates gezogen.

Vom phylogenetischen Gesichtspunkte aus würde sich die Sache folgendermassen darstellen:

Die Vorfahren der Gymnophionen lebten im hellen Tageslicht und besassen ein uneingeschränkt funktionirendes Auge, das damals freilich keineswegs auf der Höhe gestanden haben kann, die das normale Vertebratenauge unserer Tage einnimmt. Dann fieng die Art ein unterirdisches Leben an, und es bildete sich nun, vielleicht neben anderen, unter den neuen Verhältnissen nothwendigen Einrichtungen, der Tentakelapparat aus. Diese Vorgänge fielen in eine Periode, in welcher, noch unter dem Einflusse der bisher bestimmend gewesenen Existenzbedingungen, die Hardersche Drüse eben aufgetreten war, und es wurde diese, die dem Sehorgan bei seinen nun erheblich geringeren Aufgaben nicht mehr nothwendig war, dann für den Tastsinn nutzbar gemacht, während sich das Auge selbst im Verlaufe der Artentwicklung noch etwas weiter differenzirte.

Für diese Hypothese spricht der Zustand des Sehorganes von Siphonops, das über die Stufe, auf welcher sich die Harderiana typisch bildet, wenn auch nicht gerade in bedeutendem Maasse, hinausentwickelt ist.

Die Ausmündung der Drüse nach dem praecornealen Hohlraum hin — übrigens noch zweifelhaft —

---

*) Teil I pag. 103.

würde die typische, nur in ihrer Lage etwas verschobene Öffnung der Harderschen Drüse darstellen, ihr Fehlen wäre als Rückbildungserscheinung zu deuten. Es ist dabei nicht unmöglich, dass sie bei einzelnen Exemplaren schon verschwunden, bei anderen noch vorhanden ist. Da, wo sie aber existirt, mag dann das durch sie in den praecornealen Hohlraum tretende Sekret der Drüse dazu dienen, für den in das Auge dringenden Lichtstrahl Brechungsverhältnisse schaffen zu helfen, wie sie bei der Verfassung der percipirenden Elemente zweckdienlich sind. Der praecorneale Hohlraum würde also den distal von ihm gelagerten Bindegewebszapfen in seiner Aufgabe unterstützen.

Augenmuskeln.

Über die Muskulatur des Siphonopsauges ist wenig zu sagen. Die einzelne Faser hat eine im Vergleiche zu den Dimensionen des Bulbus unverhältnissmässige Stärke; sie stellt z. B. das 2,5fache von dem dar, was dieselbe Vergleichung fürs Tritonauge ergibt.

Lässt somit die Beschaffenheit der Augenmuskelfaser in dieser Hinsicht auf einen hohen Entwicklungsgrad schliessen, so zeigen auf der anderen Seite die Verhältnisse ihres Kernes einen sehr embryonalen Typus. Abgesehen davon, dass derselbe nur selten — und auch da scheint es mir nicht unzweifelhaft — wandständig ist, ist er auch in der Form entschieden zurückgeblieben, da seine Länge und Breite sich zu einander verhalten wie 1,75 : 1 (Triton 6,8 : 1). Ich muss nun gestehen, dass ich keineswegs sicher bin, ob die Muskelfasern im nicht contrahirten Zustand in allen Fällen die von mir angegebene Breite von 0,005 mm besitzen, obgleich sich mir dieses Mass an zahlreichen Fasern immer wieder ergeben hat. Die Beschaffenheit meines Materiales brachte es aber mit sich, dass ich genauere Messungen nur am Musc. rect. infern. vornehmen konnte, und ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass dieser Muskel stark contrahirt war, was dann freilich zufälligerweise bei sämmtlichen von mir untersuchten (4 verschiedenen) Augen in gleichem Maasse hätte der Fall sein müssen.

Es wäre also zur Bestimmung des Entwicklungsgrades der Muskelfaser das Hauptgewicht auf den Zustand des Kernes zu legen, und dieser zeigt, wie bemerkt, ein entschieden embryonales Verhalten, was ja bei einem Organe, das sich typisch erst so spät anzulegen pflegt, fürs Siphonopsauge auch erwartet werden musste.

Aber nicht nur der Kern, sondern auch der Zustand der ganzen Muskelfaser (ausgenommen, wie gesagt, ihre Stärkenverhältnisse) lässt hier auf embryonales Verhalten schliessen. Da ausserdem der Muskel sich aus verhältnissmässig wenigen Fasern zusammensetzt, so liegt die Annahme nahe, dass man es hier mit ganz derselben Erscheinung zu thun hat, wie im Auge von Proteus, und kann ich auf das dort Gesagte verweisen.

Sclero — Chorioidea.

Die Augenkapsel ist bei Siphonops sehr hoch entwickelt und zeigt die Trennung zwischen Sclera und Chorioidea allenthalben durchgeführt.

Die Sclera lässt durch ihren straffen Bau und die enge Lagerung der sie bildenden Fibrillen auf frühe Anlage schliessen, da sie eine verhältnissmässig lange Zeit zur Verfügung gehabt haben muss, um diesen Grad der Vollendung zu erreichen. Die Abwesenheit von Knorpeleinlagen kann nicht auffallen, da diese Einrichtung ja allerdings vielen, aber keineswegs allen Amphibienaugen zukommt.

Wichtig ist dagegen die Thatsache, dass die Grenzschicht zwischen Sclera und Chorioidea, die Lamina fusca, vollkommen fehlt, ein deutliches Zeichen einer fürs Siphonopsauge eingetretenen Entwicklungshemmung.

An der Chorioidea ist nur der Mangel einer besonders differenzirten Innenschicht, einer Zwischenmembran bemerkenswerth, die augenscheinlich noch nicht zur Anlage gekommen war, als die Hemmung vollständig wurde. Es stimmt diese Thatsache wohl überein mit der weiteren, dass auch die Müllerschen Fasern, die durch ihre Verbindung mit der Zwischenmembran dieser ja erst ihre Bedeutung verleihen, von der Hemmung schon betroffen wurden, lange, ehe sie den Weg durch Retina und Pigmentepithel bis zur Innenfläche der Chorioidea hatten zurücklegen können.

Cornea.

Die Cornea propria ist normal entwickelt. Dagegen zeigt die proximal von ihr gelegene Membrana Descemetii durch zelligen Bau und den Umstand, dass sie von der Cornea i. e. S. da und dort durch einen schmalen Spalt getrennt ist, ein embryonales Verhalten.

Glaskörper.

Ein gewisser Theil des Bindegewebes, aus welchem die Linsenkapsel hervorgeht, wird wahrscheinlich nicht hierzu verbraucht, sondern dient zur Verstärkung der vitrealen Bindegewebsmassen. Er vermischt sich dabei aber mit diesen sofort, und es ist in der Folge unmöglich, zu unterscheiden, welche von den in der Nähe der Linse beim Auge des erwachsenen Siphonops als Zellen oder Fasern persistirenden Elementen der Glaskörperanlage den einen, und welche den anderen Ursprung haben.

Abgesehen von diesen peripherischen Partien hat sich im Glaskörper bereits das typische Gefüge ausgebildet; es sind dabei, wie sich für Siphonops deutlich erkennen lässt, hier alle faserigen und zelligen Bestandtheile verschwunden.

Linse.*)

Ein Vergleich mit der Tritonlinse, dessen Werth freilich nicht allzu hoch angeschlagen werden darf, zeigt, dass das Organ bei Siphonops im Verhältniss zur Grösse des Auges kleiner ist, doch ist der Unterschied nicht so bedeutend, dass sich daraus weitergehende Schlüsse ziehen liessen.

Die Linse von Siphonops zeigt aber sonst mannigfache embryonalen Reste. Zunächst besteht nemlich der Linsenkörper fast durchweg aus Zellen, die in der Umbildung zu Fasern meist noch sehr geringe Fortschritte gemacht haben. Ihre Anordnung, d. h. ihre Lage zu einander, zur Linsenfläche, zum Linsenepithel, erinnert dagegen schon deutlich an normale Verhältnisse.

---

*) Auch hinsichtlich der Linse wäre der schon bei Besprechung der Bulbusdimensionen berührte Rechenfehler zu corrigiren. Ihr Volumen beträgt thatsächlich etwa 0,0032 cbmm.

Auffallend ist weiterhin das Persistiren eines Restes der Linsenhöhle in Form eines Spaltes zwischen Körper und Epithel.

Das Bild, welches die Linse des erwachsenen Siphonops darbietet, wäre m. E. folgendermassen zu erklären: Zunächst wäre wieder festzuhalten, dass die Hemmung, die auch die Linse betroffen haben muss, nicht mit einem Schlage alle Weiterentwicklung aufgehoben haben kann. Es werden daher insbesondere diejenigen Theile des Auges, die zur Erfüllung der demselben noch gebliebenen Aufgaben am Unentbehrlichsten sind, auch nachher noch in der weiteren Ausbildung fortgefahren sein, solange es eben der Rest von Entwicklungsenergie erlaubte. Zu diesen wesentlicheren Theilen gehörte im Siphonopsauge, das ja vor der Hemmung schon eine sehr hohe Stufe der Ausbildung erreicht hatte, nun auch die Linse.

Als die Störung eintrat, war die letztere etwa in dem Stadium angelangt, in dem ihr Körper, noch aus verhältnissmässig grossen Zellen mit rundlichen Kernen bestehend, bereits gegen das Linsenepithel hin distalwärts gewachsen war. Nun galt es, mit den zur Verfügung gebliebenen Mitteln noch möglichst weit in der Ausbildung zu kommen, und es war dabei das nächste Ziel einmal, die Durchführung einer passenden Gruppirung der Elemente im Linsenkörper und dann auch die Erreichung von Dimensionen, die den fürs Amphibienauge typischen möglichst nahe kommen möchten.

Erreicht wurde beides, einerseits durch Anordnung der bereits vorhandenen Körperelemente, andrerseits aber, und zwar hauptsächlich dadurch, dass alle noch übrige Entwicklungsenergie auf Neubildung von Körperzellen an der Wachsthumszone des Linsenepithels gieng. Ein weiteres Auswachsen der vorhandenen oder neugebildeten musste unterbleiben, nicht sowohl desshalb, weil zu viel Material dazu erforderlich gewesen wäre, sondern weil durch die Umbildung in Fasern die Zellen an Volumen erheblich hätten verlieren müssen. Dadurch wäre aber der Linsenkörper kleiner, sein Gefüge lockerer geworden, da ja neue Zellen, um jenen Ausfall zu decken, nicht in genügender Menge mehr gebildet werden konnten.

Da nun die Zellen sich, wie gezeigt, nicht in Fasern umwandelten, und die Elemente des Linsenkörpers nur in verhältnissmässig geringem Masse vermehrt wurden, so war auch die Verdrängung der Linsenhöhle nicht vollständig durchzuführen.

Auffallend ist die Dünne des Linsenepithels, die Kleinheit der dasselbe zusammensetzenden Zellen, im Allgemeinen Zeichen einer hohen Entwicklung, die danach hier für diese Theile eine viel fortgeschrittenere wäre, als für den Linsenkörper. Es ist diese Erscheinung dadurch zu erklären, dass das Linsenepithel sich am längsten hat weiterentwickeln können. Vielleicht kommt aber auch der Umstand in Betracht, dass nach der Hemmung an der Auswachsungsstelle ja noch relativ lange Zeit eine Neubildung von Elementen des Linsenkörpers stattfand, ein Prozess, der, bei der sich ja mehr und mehr steigernden Abnahme von Materialzufuhr, in immer höherem Grade auf Kosten des in den Epithelzellen aufgespeicherten sich vollziehen musste.

Die Linsenkapsel ist im Siphonopsauge fast fertig, d. h. zur vollkommenen Membran geworden. Dass sie meist gerade ventral noch nicht ganz soweit gelangt ist, scheint mir bedeutungslos. Jedenfalls dürfte diese Thatsache mit dem Vorhandensein von Bindegewebszellen in der Nähe nicht im ursächlichen Zusammenhange stehen. Die Linsenkapsel stammt ja zweifellos von Mesodermelementen ab, welche die sich bildende Linsenblase vor sich hertreibt. Gleich nach Abschnürung der letzteren schliesst sich dies Bindegewebe dann um sie zusammen und setzt sich gegen die Massen der Nachbarschaft, an die es vielleicht vorher eine Partie zur Verstärkung abgegeben hat, rasch aufs Schärfste ab, wenn auch noch eine geraume Zeit vergeht, bis die Bindegewebsfibrillen der Kapselanlage sich zur typischen Kapsel umgebildet haben.

Iris und Ciliarkörper.

An der Iris ist es nicht zum Vorwachsen des chorioidealen Blattes über den Pupillarrand hinaus gekommen, eine Erscheinung, die typisch ja sehr spät aufzutreten pflegt. Dagegen ist der Rest der primären Augenhöhle, welcher sich als mehr oder weniger feiner Spalt zwischen dem retinalen und dem Pigmentepithelblatte der Iris sonst oft noch auf relativ hoher Entwicklungsstufe erhält, im Siphonopsauge vollständig geschwunden.

Ein Ciliarkörper ist nur in Anlage vorhanden, jedoch in allen Fällen unverkennbar.

Pigmentepithel.

Die Pigmentlamelle zeigt, da der bei verschiedenen Individuen verschiedene Grad des Pigmentreichthums zweifellos von anderen Umständen abhängt, nur in der Ausbildung der gegen die Retina hin gerichteten Fortsätze embryonale Spuren. Diese Ausläufer sind ziemlich wohl entwickelt, erreichen aber, auch in den am weitesten fortgeschrittenen Partien des Augenhintergrundes, noch nicht die typische Länge und Stärke. Im normalen Auge legen sie sich früh an, nehmen aber dann sehr langsam an Ausdehnung zu, so dass der Zustand, in welchem sie im Siphonopsauge von der Hemmung resp. Sistirung betroffen wurden, schon auf eine recht hohe Entwicklungsstufe hinweist.

Retina.

Die Retina besitzt normale Gesammtstärke, doch zeigt deren Vertheilung auf die einzelnen Schichten einiges Bemerkenswerthe. Zum Vergleich mag, unter dem obenerwähnten Vorbehalte, die Retina von Triton cristatus dienen, und sind dabei stets die durch Vergleichung mit der Gesammtstärke der Netzhaut sich ergebenden Verhältnisszahlen als Massstab genommen.

Es ergibt sich so, dass die Opticusganglienschicht von Siphonops verhältnissmässig etwa ebenso stark ist, wie die von Triton; letztere überwiegt ein klein wenig. Freilich ist die Anzahl der Opticusganglienzellen bei Triton sehr viel bedeutender, als bei Siphonops, wo sie nur in einer einzigen Reihe (Triton 2—3) gelagert und viel lockerer angeordnet sind. Die Hemmung in der Entwicklung muss also bei Siphonops erfolgt sein, ehe sich die Opticusganglienzellen in der normalen Anzahl hatten bilden können, wobei auch der Mangel an den Vorbedingungen für ihre Entstehung, d. h. einer genügenden Anzahl von Körnerzellen, in Rechnung zu ziehen ist. Letzterer Umstand erklärt sich ebenfalls aus dem Hereinbrechen der Entwicklungshemmung.

Der Einfluss der Verhältnisse, unter welchen das Thier lebte, war aber ein derartiger, dass sich auch nach der Hemmung die Retina noch weiterbilden musste, soweit und solange eben der sich immer steigernde Materialmangel diesem Bestreben nicht ein Ziel setzte. Hierauf dürfte dann die Erscheinung zurückzuführen sein, dass viele von den Ganglienzellen nicht, wie gewöhnlich, etwa kugelige Gestalt besitzen, sondern in ihrer elliptischen Form den Körnerzellen noch sehr ähneln. Es sollten eben möglichst schnell viele funktionirende Ganglienzellen in die Schicht aufgenommen werden, um eine ausreichende

Verbindung zwischen Auge und Gehirn zu Stande zu bringen, ehe die Hemmung vollständig wurde. Alle Entwicklungsenergie richtete sich daher auf Fertigstellung von Opticusganglienzellen, die wenigstens soweit gebracht werden sollten, dass sie einen Hauptfortsatz, die Opticusfasern, entwickelten. Darauf, dass diese Elemente auch die typische Form annahmen, wurde, als unwesentlich, nichts verwendet. So wurden sie dann vielfach noch in elliptischer Form von dem vollständigen Aufhören der Entwicklung überrascht.

Die Granulosa interna stellt sich bei Siphonops nur halb so stark dar, wie bei Triton. Da das Wachsthum dieser Schicht typisch zum grossen Theil auf Zerfall von Zellen — daneben auch auf Umbildung von solchen zu einem Fasergewirr — beruht, so folgt daraus, dass die Granulosa interna bei Siphonops einerseits nicht so lange Zeit zu ihrer Vergrösserung gehabt hat, wie die von Triton, andrerseits, dass ihr dazu weniger Material zur Verfügung gewesen ist. Vor der Hemmung mag auch die Granulosa interna von Siphonops in dieser Beziehung sich etwa ebenso verhalten haben, wie diejenige anderer Amphibien; während der Weiterentwicklung nach der Hemmung dürfte sich dies aber geändert haben. Jetzt wurde das vorhandene Material, worunter man sich hier in erster Linie die Körner-, die Reserve- oder Ersatzzellen zu denken hätte, zunächst zu den nothwendigsten Veranstaltungen, also z. B. zu Ausbildung von Ganglienzellen, verwendet, und es blieben zur Umbildung in Grundsubstanz daher weniger Elemente übrig.

Auch die innere Körnerschicht tritt bei Siphonops verhältnissmässig etwas dünner auf, als bei Triton, doch ist der Unterschied nur unbedeutend. Das Siphonopsauge besitzt in dieser Schicht die zwei typischen Ganglienzellenlagen, welche sie distal und proximal begrenzen. Sie sind indessen beide nicht sehr regelmässig angeordnet; die Anzahl ihrer Elemente ist eine viel geringere, als im Verhältniss bei Triton. Die Anzahl der nervösen Körner ist aber im Vergleiche mit derjenigen der Ganglienzellen eine grosse.

Es sind nun die letzteren für die Hauptaufgabe der inneren Retinaschichten, nemlich die Leitung des Lichtreizes, ohne Zweifel am Wichtigsten. Es muss daher angenommen werden, dass nach der Entwicklungshemmung die Hauptkraft sich auf Bildung und Ausbildung dieser Zellen concentrirt haben wird. Wenn nun trotzdem verhältnissmässig viele Körner-, d. h. Reservezellen, nicht umgewandelt werden konnten, so dürfte der Grund für diese Erscheinung wohl in der Entwicklungsphase zu suchen sein, in welcher sich die Schicht beim Eintritt der Hemmung befand. Es geht ja typisch die Entwicklung der Retinaschichten schwerlich immer gleichmässig vor sich, sondern es treten dazwischen Perioden ein, in welchen sich die Weiterbildung des einen Theils in einem Zustande relativer Ruhe befindet, während ein anderer gleichzeitig sich umso intensiver fortentwickelt.*) Hat nun bei Siphonops die Hemmung die innere Körnerschicht zu einer Zeit betroffen, wo die Reservezellen in lebhafter Vermehrung, nicht aber Weiterdifferenzirung begriffen waren, so erklärte sich damit leicht die Anwesenheit jener Menge von Körnerzellen.

Die Granulosa externa besitzt bei Siphonops vergleichsweise nur wenig mehr, als die Hälfte ihrer Stärke im Tritonauge, ein Verhalten, das sich in derselben Weise erklärt, wie das der Granulosa interna.

Die äussere Körnerschicht dagegen, gemessen von ihrer distalen Grenze bis zur Stelle des Margo limitans externus, weist für Siphonops im Verhältniss fast die doppelte Mächtigkeit derselben Schicht in der Tritonretina auf. Der Grund davon liegt auch hier in der grossen Menge der zur Bildung von Sehzellen resp. Ganglienzellen nicht verwendeten Körnerzellen, eine Erscheinung, für welche die bei Betrachtung der inneren Körnerschicht gegebene Erklärung in gleicher Weise zutreffen dürfte.

---

*) cfr. Theil II pag. 152.

Die Ganglienzellen des distalen Randes der Schicht sind in geschlossener Lage angeordnet und verhältnissmässig sehr zahlreich. Es zeigt sich jedoch auch hinsichtlich ihrer der Einfluss des Strebens, trotz der Störung vor Aufhören jeder Entwicklung noch zu einem möglichst hohen Ausbildungsgrade zu gelangen. Dasselbe kommt hier zum Ausdruck in Form zahlreicher, augenscheinlich bereits in die Leitung eingeschalteter Ganglienzellen, die durch ihre elliptische Gestalt sich deutlich als noch nicht lange umgebildete Reserveelemente documentiren, ganz wie dies in der Opticusganglienschicht zu finden war.

Die grosse Verschiedenheit im Bau, d. h. im Entwicklungsgrade der Stäbchen und Zapfen mag zum Theil auch auf dieses Bestreben zurückzuführen sein, zum Theil kommt sie aber wohl einfach daher, dass die Sehelemente sich eben in aufeinanderfolgenden Serien zu entwickeln pflegen. Bei Eintritt der völligen Hemmung wurden dann die jüngeren Serien naturgemäss auch auf einer niedrigeren Entwicklungsstufe betroffen, als die älteren.

Auffallend ist, dass am proximalen Rande der Retina sich nicht nur keine Membrana limitans, sondern nicht einmal ein, auch nur annähernd regelmässig verlaufender Margo limitans ausgebildet hat. Ein solcher pflegt sich sonst ja zu ziemlich früher Zeit, jedenfalls auf einer Stufe anzulegen, welche die Siphonopsretina längst überschritten hat. Ich muss diese Erscheinung für etwas dem Thiere Eigenthümliches halten, kann aber über ihre Ursache auch nicht einmal eine Vermuthung angeben. Das gleich zu besprechende Verhalten der Müllerschen Fasern kann dabei nicht in Betracht kommen, da diese, wie ich mich in anderen Augen immer wieder aufs Bestimmteste habe überzeugen können, zu der proximalen Begrenzung der Retina in absolut keiner Beziehung stehen.

Die Thatsache, dass die Müllerschen Fasern in der Retina nur bis etwa zur distalen Grenze der äusseren Körnerschicht vorgedrungen sind, lässt sich als eine Wirkung der Entwicklungshemmung erklären; ebenso, dass sie nur geringfügige Verästelung zeigen, sowie, dass sie sich häufig noch als einfache Polverlängerungen der Stützzellen darstellen, diese ihnen also ein- statt nur angelagert erscheinen. Die Stützfasern besitzen nun aber an der Stelle ihres Zusammenhanges mit der Membrana limitans interna fast vollständig entwickelte „Füsschen", denen nur die innere Differenzirung abgeht. Typisch bezeichnet sonst das Auftreten dieser Kegel den Endpunkt der gesammten Faserbildung. Dieselbe hat immer die ganze Retina durchzogen und an gewissen Stellen reichliche Verzweigungen abgegeben; sämmtliche Stützzellen haben sich, soweit sie überhaupt in Beziehung zu den Fasern bleiben, diesen angelagert: Alles dies, ehe die erste Spur von jenen sog. Füsschen auftritt. Diese müssen sich also wohl bei Siphonops lange nach dem ersten Eintreten der Hemmung noch angelegt haben und zwar in den letzten Stadien der Entwicklung, nachdem die Weiterbildung der Fasern sonst schon so gut wie ganz aufgehört hatte. Welche Verhältnisse aber den Anstoss hiezu gegeben haben könnten, ist mir unerfindlich.

Opticus.

Das Auffallendste am Opticus von Siphonops ist die geringe Entwicklung seiner Scheiden. Dieselben sind nicht über das Stadium einer wenig straff geschichteten Bindegewebshülle hinausgediehen, die, in der Stärke ganz unregelmässig, oft sehr gewellten Faserverlauf zeigt. Gegen das Bindegewebe der Umgebung ist diese Scheidenanlage nur stellenweise scharf, meist undeutlich, ja oft gar nicht abgesetzt. Und trotzdem besitzt doch das Auge eine sehr hoch entwickelte Sclera.

Von einer Trennung in piale und durale Scheide fehlt immer noch jede Andeutung, ebensowenig besteht eine nachweisbare Verbindung der Scheiden mit der Chorioidea.

Vielleicht steht die geringe Entwicklung der Scheiden mit der Anwesenheit der grossen Drüsenorgane hinter dem Auge in ursächlichem Zusammenhang. Diese legten sich um den Sehnerv sehr enge herum, und es ist nicht unmöglich, dass dadurch die Bindegewebsmassen der Umgebung verhindert wurden, in der erforderlichen Reichlichkeit den Opticus zu umhüllen. Die Scheidenanlagen hatten sich dann durch Bindegewebszüge bilden müssen, die von der directen Umgebung des Bulbus, oder vielleicht auch aus der Tiefe der Orbitalhöhle, heranwuchsen. Dazu war aber relativ lange Zeit erforderlich, und so waren dann die Scheiden, als die Entwicklungshemmung zur Sistirung geworden, erst auf der verhältnissmässig niedrigen Stufe angelangt, auf welcher sie sich uns im Auge des erwachsenen Siphonops darstellen. Selbstverständlich soll mit dem Vorstehenden lediglich eine Vermuthung ausgesprochen sein.

Weiterhin zeigt der Opticus noch dadurch embryonales Verhalten, dass er in seinem Inneren zahlreiche Fasern und Zellen, von unverkennbar bindegewebiger Natur, einschliesst, augenscheinlich Reste der durch die ventrale Einstülpung der Augenblase, resp. deren Fortsetzung auf den Augenblasenstiel, in den letzteren hineingelangten Mesodermmassen.

Dass die Opticusfasern kein retinales Chiasma bilden sollten, ist ebenfalls auffallend, und der Grund dafür unerfindlich. Die Thatsache scheint mir aber festzustehen, wenigstens war es mir trotz der sorgfältigsten Untersuchung der sämmtlichen (sechs) mir zur Verfügung stehenden Exemplare nicht möglich, auch nur eine Spur von jenem Verhalten der Nervenfasern zu entdecken, das in anderen Augen sich doch auf den ersten Blick erkennen lässt.

Betrachtet man nun das Siphonopsauge, so, wie es sich im erwachsenen Thiere darstellt, noch einmal als Ganzes, so ergibt sich, dass seine Eigenthümlichkeiten nur durch Annahme einer Entwicklungshemmung erklärt werden können. Beweisen lässt sich die Thatsache einer solchen ohne embryologische Untersuchung ja selbstredend nicht, aber die im Vorhergehenden hervorgehobenen Punkte scheinen mir ihre Wahrscheinlichkeit doch zu einer sehr grossen zu machen. Die Vergleichung mit anderen unter dem Einflusse ähnlicher Existenzbedingungen zur Entwicklung gekommenen Sehorganen mag dann dazu beitragen, diese Wahrscheinlichkeit der Gewissheit noch näher zu bringen.

Es erübrigt noch, Einiges über den Zeitpunkt zu sagen, an welchem die Entwicklungshemmung eingetreten sein dürfte.

Dieselbe fällt in eine ziemlich späte Zeit, auf eine Entwicklungsstufe, auf welcher fast alle typischen Theile des Auges angelegt, einige davon bereits fertig, oder doch ihrer Vollendung sehr nahe gerückt waren. Es war eine vollkommene Orbita gebildet; die augendeckenden Schichten der Oberhaut hatten ihre typische Differenzirung erhalten; Cornea propria, Sclera und Chorioidea waren fertig geworden: da trat, vielleicht in ursächlichem Zusammenhang mit der hohen Ausbildung des Tentakelapparates, die Hemmung ein und machte sich zunächst in Form einer Verlangsamung jeder Weiterentwicklung des Sehorganes geltend. Es war dies die Zeit, wo die beiden inneren Irisblätter sich eben aufeinandergelegt hatten. Der Ciliarkörper hatte gerade begonnen, sich anzulegen. Die Augenmuskeln hatten bereits deutliche Muskelfasern entwickelt und waren im Begriffe, dieselben weiter auszubilden, als die Hemmung all Diesem sofort ein Ziel setzte. Die Membrana Descemetii hatte sich von der Chorioidea abgespalten und proximal von der Cornea propria gelagert: durch die Entwicklungshemmung wurde ihre Weiterausbildung zu einer die Cornea proximal überkleidenden Membran verhindert.

In den angeführten Punkten dürfte die Hemmung sofort, oder doch sehr bald, ein vollständiges Aufhören der Weiterbildung bewirkt haben, wie sie ja ausserdem die Neuanlage noch gar nicht vorhandener Augentheile, die typisch etwas später hätte erfolgen müssen, ausgeschlossen hat. Dahin gehören z. B. die chorioideale Irisverlängerung, Lamina fusca, Zwischenmembran etc. Man sieht, dass es sich dabei ausschliesslich um Organe handelt, die für das Auge von geringerer Wichtigkeit sind, und durch deren sofortiges Aufgeben eine Ersparniss erzielt wurde, die den wesentlicheren Theilen des Auges zu Gute kommen und deren Weiterentwicklung, wenigstens in beschränktem Masse, noch eine Zeitlang ermöglichen konnte.

Diese bevorzugten Partieen sind die Linse und vor allem die Retina mit dem Opticus.

Zum Schlusse mag noch betont werden, dass im Siphonopsauge die Entwicklungshemmung nirgends zu einer Rückbildung geführt hat.

Typhlops vermicularis und Typhlops braminus.

Zu entwicklungsgeschichtlicher Untersuchung stand mir leider auch für die Typhlopiden kein Material zur Verfügung. Die mir vorliegenden Thiere waren sämmtlich erwachsen, ihre Länge schwankte zwischen 16 und 20 cm. Angaben über Entwicklungsgang, Hemmung etc. stützen sich daher auch hier wieder ausschliesslich auf Spuren, die das erwachsene Thier noch erkennen liess.

Zur Vergleichung benützte ich das Auge eines ca. 70 cm langen Exemplars von Tropidonotus natrix.

Orbita.

Das Fehlen schützender Skelettheile kann bei einem Ophidierauge nicht auffallen. Jedenfalls ist darin kein Zeichen einer für das Sehorgan von Typhlops eingetretenen Rückbildung zu erblicken.

Bulbus oculi.

Die Dimensionen des Augapfels verhalten sich, verglichen mit der resp. Thierlänge, bei T. vermicularis und T. braminus ungefähr gleich. Der Bulbus beider erscheint hiernach ganz erheblich kleiner, als der von Tropidonotus.

Brille.

Die sog. Brille von T. vermicularis ist im Verhältniss zur Augentiefe viel dicker, als bei Tropidonotus; diejenige von T. braminus ist dann ihrerseits wieder erheblich stärker, als die von T. vermicularis. Dennoch lässt sich aber auch noch für die beiden Typhlopiden die, bei Tropidonotus ja sehr bedeutende

Verdünnung der die Brille bildenden Hautschichten (Epidermis und Cutis; von der Brillenconjunctiva ist hier abgesehen) gegenüber denselben Gewebslagen an einer anderen Stelle des Kopfes leicht erkennen. Bei T. vermicularis kommt diese Stärkenabnahme ausschliesslich auf Kosten der Epidermis zu Stande, und zwar ist von dieser wieder das Rete Malpighii am Meisten dabei betheiligt. Bei T. braminus zeigt die Epidermis nur eine geringe relative Verdünnung und zwar ebenfalls auf Kosten des Rete Malpighii. Hier ist jedoch auch die Cutis in Mitleidenschaft gezogen.

Zur Erklärung dieser Verhältnisse ist Folgendes zu berücksichtigen: Während der Lidbildung, die ja schliesslich zur Entstehung der Brille führt, verlieren im normalen Schlangenauge Epidermis und Cutis, verglichen mit der Augentiefe oder auch mit der übrigen Kopfhaut, an Stärke. Es findet dies jedoch in sehr ungleichem Masse statt, und auch der Zeitpunkt, von welchem an diese Abnahme datirt, ist ein verschiedener, liegt nemlich für die Epidermis viel weiter zurück, als für die Cutis, die zunächst noch, auch absolut genommen, zunimmt. Bei den Typhlopiden findet nun zu irgend einer Zeit für das Auge und die mit diesem direct in Beziehung stehenden Gewebstheile eine Entwicklungsstörung statt. Durch diese wird die Weiterbildung auch der Brille beeinflusst und zwar hier in Form einer Aufhebung des alten Entwicklungsplanes. Dieser hatte aber eine im Verlaufe der Weiterentwicklung erfolgende (und zwar ungleichmässige) relative Verdünnung der Brille bedingt und eine solche kam dann infolge der Störung in Wegfall.

Die Entwicklungshemmung tritt nun aber für T. braminus entschieden früher ein, als für T. vermicularis. Bei letzterem hat daher einerseits die Epidermis dem alten Plane länger folgen, d. h. sich verdünnen, die Cutis aber, die zur Zeit des Hemmungseintrittes noch nicht in das Stadium ihrer Verdünnung eingetreten war, fast ungestört weiterwachsen können.

Anders bei T. braminus. Hier trat die Störung sehr früh ein, zu einer Zeit nemlich, wo die Epidermis noch wenig in der Verdünnung fortgeschritten, die Cutis aber noch weit davon entfernt war, selbst in der Stärke zurückzugehen, vielmehr noch lange nicht das Maximum ihrer relativen Stärke erreicht hatte.

Im ferneren Verlaufe der Entwicklung wuchs dann die sonstige Epidermis des Kopfes bei beiden Typhlopiden weiter, diejenige der Brille blieb stehen: die erstere wird dann die letztere natürlich bei T. vermicularis an Stärke mehr überragen, als bei T. braminus, oder umgekehrt, die Brillenepidermis von T. vermicularis wird gegenüber der sonstigen Oberhaut mehr verdünnt erscheinen, als bei T. braminus.

Die Cutis dagegen ist bei T. braminus schwächer geblieben, als bei T. vermicularis, da ihre Abnahme bei letzterem vor Eintritt der Hemmung nicht soweit hat gedeihen können, um ihre Stärke auf das Maass zurückzuführen, auf dem die Cutis von T. braminus, zur Zeit der für sie sehr früh eintretenden Hemmung noch in der Verstärkung begriffen, erst angelangt war.

Was ihren Bau betrifft, so zeigt die Epidermis der Brille bei beiden Typhlopiden embryonales Verhalten insofern, als sich in ihr noch eine Trennung des stratum corneum in zwei, durch den Grad der Verhornung verschiedene Theile, ein tieferes (proximales) weniger, und ein oberflächlicher gelegenes, mehr verhorntes unterscheiden lässt (stratum relaxatum und stratum corneum), was in der sonstigen Oberhaut von Typhlops nicht mehr möglich ist.

Weiterhin ist das Auge von T. braminus noch ausserdem von den Rändern zweier Schuppen bedeckt. Diese fehlen bei T. vermicularis. Es ist nun nicht anzunehmen, dass dieselben bei ihrer geringen Durchsichtigkeit sich über ein normales Organ hergelegt haben würden; sie haben also zur Voraussetzung ihres Daseins die Abnormität des ihnen unterliegenden Auges, die ihrerseits ja wieder durch eine Entwicklungshemmung verschuldet ist. Das Sehorgan von T. vermicularis ist zwar ebenfalls von einer solchen

Störung betroffen worden, ohne dass jedoch über dieses sich Schuppen gelegt hätten. Es bleibt somit für die Thatsache ihrer Anwesenheit bei T. braminus nur die Erklärung, dass hier die Entwicklung des Auges früher eine Hemmung erfahren, die Schuppen also länger Zeit gehabt haben, nachher darüber hinzuwachsen, als bei dem später gehemmten Sehorgan von T. vermicularis, wo jener Zustand nicht mehr erreicht wurde.

Augendrüsen.

Die Hardersche Drüse hat ihre Beziehungen zum Auge vollständig verloren, d. h. sie besitzt keine Verbindung mehr mit dem Conjunctivalsack. Letztere Bezeichnung der Thatsache scheint mir die richtigere, da die Function der Drüse als Hilfsorgan für das Auge schon bei den mit normalen Sehorganen versehenen Ophidiern eine zweifellos nur ganz geringfügige ist. Mit dem Zurücktreten des Typhlopsauges in seiner Bedeutung wurde nun auch noch der Rest von Hilfeleistung überflüssig, und so gieng denn auch jene Communication, in der früher*) geschilderten Weise, verloren. Man hat es also auch hier mit einer — indirecten — Folge der Hemmung zu thun.

Bis zu einem gewissen Grade mag als Ersatz für den Verlust der Harderiana die drüsige Umbildung der Conjunctiva im Fornix eingetreten sein. Viel zu leisten vermochte ja dieses secundäre Drüsenorgan bei seiner geringen Entwicklung wohl schwerlich, doch sind ja auch die Anforderungen, die bei dem allseitig geschlossenen Conjunctivalsack an dasselbe gestellt werden, jedenfalls nur unbedeutend.

Augenmuskeln.

Die Stärkenverhältnisse der Augenmuskeln lassen sich wegen der Ungewissheit hinsichtlich der Contractionszustände schwer beurtheilen. Sicher ist jedoch immerhin, dass bei T. vermicularis der Gesammtmuskel im Vergleich zu den Grössenverhältnissen des Bulbus immer schwächer ist, als der entsprechende von Tropidonotus, ein Umstand, der auf embryonales Verhalten hinweist. Ebenso ist die Anwesenheit einer abnormen Menge von Bindegewebe in ihm zu erklären.

Was die einzelnen Muskelfasern betrifft, so fällt die grosse Zahl von anscheinend absolut glatten auf, die man bei T. vermicularis antrifft. Ich trage indessen Bedenken, auch diese Thatsache ausschliesslich durch die Wirkung einer Entwicklungshemmung zu erklären. Bis zu einem gewissen Grade mag eine solche hier ja mitsprechen; die Anzahl der anscheinend noch glatten Muskelfasern ist aber viel zu bedeutend, als dass diese Erklärung ausreichend wäre. Die Augenmuskeln legen sich typisch freilich spät an, immerhin aber nicht so spät, dass im Typhlopsauge nicht vor Eintritt des vollständigen Entwicklungsstillstandes (zu dem es ja, wie die Betrachtung anderer Augentheile lehrt, ziemlich spät kommt) eine ganze Anzahl von Fasern eine höhere Ausbildung hätten erreichen müssen. Es bleibt daher nur die schon für die Augenmuskeln von Petromyzon gegebene Erklärung übrig, dass nemlich das ungestreifte Aussehen vieler Fasern mit dem Contractionszustande derselben zusammenhängt. Es soll damit für das Typhlopsauge freilich nicht gesagt sein, dass die Augenmuskeln nicht gebraucht würden, sondern nur, dass sie im Augenblicke des Todes des Thieres eben nicht in der Weise contrahirt gewesen sind, die als Querstreifung zum Ausdrucke kommt.

---

*) Theil I pag. 120.

Daneben freilich existiren zweifellos auch noch Muskelfasern, die von der Entwicklungshemmung auf einer Stufe betroffen wurden, auf welcher sie noch nicht die Beschaffenheit erlangt hatten, die unter gewissen Contractionsverhältnissen das Bild der Querstreifung darzubieten pflegt.

Sclero — Chorioidea.

Die Augenkapsel von T. vermicularis und T. braminus hat, verglichen mit der Augentiefe, eine geringere Stärke, als diejenige von Tropidonotus. Die Betrachtung anderer Theile des Typhlopsauges hat nun die Vermuthung nahe gelegt, dass hier bei Bildung des Auges der Umstand eine Rolle gespielt haben könnte, dass in der Umgebung des Bulbus weniger Bindegewebe zur Verfügung für das Auge vorhanden gewesen wäre (vielleicht infolge Verdrängung durch die grossen Drüsenanlagen). Es wäre dann dieser Mangel auch auf die Stärke der Sclero — Chorioidea von Einfluss gewesen.

Was den feineren Bau der Augenkapsel betrifft, so zeigt derselbe bei T. vermicularis nichts Abnormes, soweit wenigstens die starke Pigmentirung hierüber ein Urtheil gestattet. Die Trennung zwischen Sclera und Chorioidea ist vollkommen durchgeführt, und es besteht auch kein Grund zu der Annahme, dass eine Lamina fusca fehlen sollte. Hier ist also von der Einwirkung einer Hemmung nichts zu verspüren.

Im Auge von T. braminus dagegen bilden Sclera und Chorioidea miteinander noch eine, in ihrem Inneren nur sehr wenig differenzirte Kapsel um den Bulbus: man kann höchstens eine innere, lockerer und eine äussere, straffer angeordnete Partie unterscheiden, die aber ohne jede Spur einer Grenze in einander übergehen. Die Stelle einer Lamina fusca ist gelegentlich durch spärliche Pigmentirung der Bindegewebszüge markirt, von dem charakteristischen Maschenwerk ist jedoch nichts zu bemerken. In Bezug auf die Augenkapsel von T. braminus ist also die Wirkung einer Entwicklungshemmung unverkennbar, und zwar muss sie für dieses Auge früher eingetreten sein, als für dasjenige von T. vermicularis, wo die Augenkapsel noch genügend Zeit hatte, einen normalen Ausbau zu gewinnen.

Zu demselben Resultate führt die Betrachtung der Zwischenmembran. Dieselbe lässt sich, wie früher*) ausgeführt worden ist, bei T. vermicularis wegen des dichtgelagerten Pigmentes nur an einzelnen Stellen deutlich erkennen; da ist sie dann aber auch sehr klar ausgesprochen und macht durch die Thatsache, dass sie vollkommen entwickelt, d. h. zur Membran geworden ist, ihre Existenz auch an anderen Stellen zu einer an Gewissheit grenzenden Wahrscheinlichkeit.

Bei T. braminus ist sie fast in ihrem ganzen Verlaufe an der inneren Grenze der Augenkapsel deutlich nachweisbar**), besteht aber noch aus ganz feinen, engegelagerten Bindegewebsfibrillen, hat also die Stufe, welche die Haut bei T. vermicularis einnimmt, nicht erreicht. Beigefügt mag noch sein, dass die Zwischenmembran bei T. braminus in ihren dem Sehnerven benachbarten Theilen keineswegs etwa eine höhere Ausbildung aufweist, als an anderen Stellen, ein Umstand, der ebenfalls für Vorhandensein der Schicht bei T. vermicularis an der ganzen Innenfläche der Chorioidea sprechen dürfte.

Die Entwicklungshemmung muss nach dem Gesagten also in den Augen der beiden Typhlopiden zu einer Zeit vollständig geworden sein, wo bei T. vermicularis die Zwischenmembran schon fertig, bei T. braminus von diesem Punkte noch etwas entfernt war, fürs letztere Auge somit früher, als fürs erstere.

---

*) Theil I pag. 123.

**) Theil I pag. 138.

Cornea.

Die Cornea propria von T. vermicularis ist im Vergleich zur Augentiefe nicht halb so stark, wie bei Tropidonotus. Es kann dies (ebenso, wie für die Augenkapsel excl. Cornea) damit zusammenhängen, dass infolge der frühen und ungewöhnlich bedeutenden Entwicklung der Harderschen Drüse in der nächsten Umgebung des Bulbus nicht soviel Bindegewebe sich hatte ansammeln können, als zur Bildung einer normal starken Augenkapsel, und damit auch Cornea propria erforderlich gewesen wäre. Freilich fehlt für diese Vermuthung jeder feste Anhaltspunkt.

Dass die Hornhaut von T. braminus, verglichen mit der Augentiefe, wieder etwas stärker ist, kommt lediglich auf Rechnung der weniger straffen, festen Schichtung der Haut. Es ist dies ein Zeichen, dass für T. braminus die Hemmung früher eingetreten sein muss, die Cornea also nicht Zeit genug hatte, sich soweit zu differenziren und eine so straffe Anordnung ihrer Fibrillen zu bewirken, als bei T. vermicularis.

Ebenso erklärt sich auch der bei T. vermicularis hohe, bei T. braminus weit geringere Grad von Vollendung der Membrana Descemetii.

Glaskörper.

Beim Glaskörper lässt sich das Vorhandensein zahlreicher, fast unveränderter Bindegewebselemente in den peripherischen Partieen durch den Eintritt der Entwicklungshemmung ebenfalls ausreichend erklären, sind ja doch diese Theile des Vitreum auch im normalen Auge stets diejenigen, bei welchen die Umbildung des Bindegewebes in die typische Glaskörpermasse am spätesten vor sich zu gehen pflegt.

Ganz unerklärlich ist mir aber die Thatsache, dass von der in erster Anlage sich typisch doch sehr früh zeigenden Membrana limitans interna hier nur an vereinzelten Stellen Spuren zu constatiren sind, während andrerseits, wie unten noch weiter ausgeführt werden soll, das Stützsystem der Retina einen hohen Grad der Vollendung erreicht hat und die typisch doch viel später zur Anlage kommende Membrana hyaloidea vollständig fertig geworden ist. Bei dem Mangel embryologischen Materials muss ich auf den Versuch einer Lösung dieses Widerspruches hier leider verzichten.

Linse.

Der Bau dieses Augentheils zeigt bei T. vermicularis eine hohe Ausbildung. Zurückgeblieben ist er nur vielleicht in dem Punkte, dass die Linsenfasern ein wenig breiter sind, als typisch, und dann wohl auch noch darin, dass die Kerne der Fasern nicht zu einer Kernzone gruppirt wurden. Auch die abnorme Stärke des Linsenepithels kann auf embryonale Verhältnisse hinweisen. Alle diese Abweichungen von dem normalen Linsenbau sind jedoch nur geringfügige.

In höherem Grade treten dieselben in der Linse von T. braminus hervor, besonders sind hier die Fasern des Linsenkörpers entschieden noch breiter, unverkennbar zellenartiger geblieben.

Ich habe seiner Zeit*) darauf hingewiesen, dass eine verglichen mit den Bulbusdimensionen grosse

---

*) Theil I pag. 126.

Linse ein Zeichen embryonalen Verhaltens darstellt. Demnach wäre umgekehrt die verhältnissmässig kleine Linse von T. vermicularis als auffallend hoch entwickelt zu betrachten. Es ist dabei jedoch Folgendes zu bedenken:

Im normalen Wirbelthierauge ist auf embryonaler Stufe die Linse allerdings relativ gross. Im Laufe der Weiterentwicklung vergrössern sich, absolut genommen, ihre Dimensionen noch weiter, jedoch nicht — und zwar je länger die Entwicklung fortgeht, desto weniger — in demselben Maasse, wie das übrige Auge. Die Linse wird also, trotz absoluter Grössenzunahme, relativ kleiner. Wie nun bei Betrachtung anderer in dieser Arbeit behandelter Augen gezeigt wurde, tritt die ev. Entwicklungshemmung nur für wenige Theile des Sehorgans plötzlich, in Form von Sistirung, auf. Für die anderen, darunter gerade die für die Functionsfähigkeit des Auges wesentlichsten, erfolgt der Stillstand der Weiterentwicklung nur allmählich. Es tritt eine Entwicklungshemmung ein, nach welcher die Abnahme der Energie, der Materialzufuhr, dann immer weiter um sich greift. Stets zeigt sich dabei das Bestreben, nach erfolgter Hemmung das betr. Organ wenigstens in seinen wesentlichsten Beziehungen noch so weit, als möglich zu Erfüllung seiner Aufgaben tauglich zu gestalten. Für die Typhlopslinse war aber das Wichtigste augenscheinlich die Erreichung eines bestimmten Grades von Vollkommenheit im Bau, selbst auf die Gefahr hin, deshalb von den typischen Grössenverhältnissen weiter entfernt zu bleiben.*)

Ist also die Linse von T. vermicularis, verglichen mit dem Bulbus, kleiner, als z. B. diejenige von Tropidonotus, so tritt im Auge des T. braminus das umgekehrte Verhältniss zu Tage. Es erfolgte ja für dieses Sehorgan die Entwicklungshemmung früher, als für dasjenige von T. vermicularis, zu einer Zeit, wo die Linse, ganz wie im normalen Auge, noch grösser war. Auch die Sistirung erfolgte hier entsprechend früher, und zwar zu einer Zeit, in welcher der normale Reduktionsprozess der relativen Linsendimensionen noch nicht soweit sich hatte geltend machen können, wie in dem später gehemmten Sehorgane des T. vermicularis.

Iris und Ciliarkörper.

Die Iris ist bei beiden Typhlopiden hoch entwickelt, doch fehlt die Verwachsung des chorioidealen Blattes über den Pupillarrand. Diese kommt ja typisch immer erst sehr spät zu Stande und wurde hier ohne Zweifel eben wieder durch den früher erfolgten Eintritt der Entwicklungshemmung verhindert.

Der Ciliarkörper ist vollständig entwickelt. Zurückgeblieben ist nur der zu ihm in Beziehung stehende Muskel, der Musc. ciliaris und, im Zusammenhange damit, die Ausbildung eines Adaptionsapparates, von welchem sich bloss Anfänge zeigen. Die geringe Entwicklung des letzteren ist dann wieder durch das Verhalten der Linse bedingt.

Pigmentepithel.

Das Pigmentepithel zeigt in seiner verhältnissmässig bedeutenden Stärke embryonales Verhalten und zwar, wie zu erwarten, bei T. braminus in noch höherem Masse, als bei T. vermicularis. Folgerichtig sind auch die von den Pigmentepithelzellen distalwärts abgesandten Ausläufer im ersteren Auge kürzer, als im zweiten. Dass sie in diesem gegenüber dem Verhalten bei Tropidonotus ebenfalls zurückstehen, findet durch die Annahme der Entwicklungshemmung ausreichende Erklärung.

---

*) Es liegt hierin ein Widerspruch gegen das für die Siphonopslinse Gesagte. Zur Lösung desselben verweise ich auf die Zusammenfassung der Ergebnisse vorliegender Betrachtungen.

In einem einzigen der von mir untersuchten Sehorgane von T. vermicularis sind Fortsätze der Pigmentepithelzellen überhaupt nicht nachweisbar, doch scheint mir diese Thatsache nicht ins Gewicht zu fallen: es kann ja hier das auch sonst so reichlich vorhandene Pigment noch massenhafter aufgetreten sein und die, möglicherweise existirenden Fortsätze mit verdeckt haben. Thatsächlich besitzt das in Frage kommende Auge auch die weitaus stärkste Pigmentlamelle unter allen untersuchten Exemplaren, ein Umstand, der mit obiger Annahme sehr wohl übereinstimmen würde.

Retina.

Die Retina besitzt, verglichen mit der Augentiefe, eine weit bedeutendere Stärke, als bei Tropidonotus, und zwar gilt dies für T. braminus wieder in höherem Grade, als für T. vermicularis.

Was die Mächtigkeit der einzelnen Netzhautschichten im Auge von T. vermicularis betrifft, so verhalten sich dieselben im Vergleiche zur Gesammtstärke der Retina grösstentheils fast genau so, wie im Tropidonotusauge. Eine Ausnahme machen nur Granulosa externa und äussere Körnerschicht, ein Verhalten, dessen Erklärung bei Betrachtung dieser Lagen versucht werden soll.

Die Opticusfaserschicht des Typhlopsauges zeigt nichts Besonderes. Infolge ihres weniger regelmässigen Baues erscheint sie bei T. braminus, trotz der entschieden geringeren Anzahl der sie bildenden Fasern, im Verhältniss zur Retinadicke etwas stärker, als bei T. vermicularis.

Die Opticusganglienzellen breiten sich bei beiden Typhlopiden in meist einfacher Lage aus, nur selten finden sich auf kurze Strecken einige Elemente mehr in die Tiefe gerückt und schaffen so zweischichtige Anordnung. Auch in der distalen Schicht liegen indessen die Elemente niemals dicht gedrängt, lassen vielmehr oft bald grössere, bald kleinere Zwischenräume zwischen sich, eine Erscheinung, die bei T. braminus viel mehr hervortritt, als bei T. vermicularis. Das Tropidonotusauge dagegen besitzt zwei, stellenweise sogar 3 Lagen von Opticusganglienzellen, was mit der dichteren Anordnung sämmtlicher gangliösen Elemente zusammenhängt. Die letzteren sind in der Netzhaut der Typhlopiden überhaupt nicht so zahlreich, da die Hemmung ihre Vermehrung, bei T. braminus früher, bei T. vermicularis später, zunächst eingeschränkt, bald aber ganz verhindert hat. Somit haben auch die Opticusganglienzellen nicht in dem Maasse, wie in normalen Augen, sich vervielfältigt, eine Anordnung derselben in zwei, oder gar noch mehr vollständige, gedrängte Lagen ist daher nicht nöthig geworden.

Die Gesammtschicht ist bei T. braminus verhältnissmässig etwas stärker, als bei T. vermicularis, aus demselben Grunde wie die Opticusfaserschicht, weil nemlich ihre Elemente vor der Sistirung dort nicht in demselben Masse eine regelmässige Anordnung haben gewinnen können, wie hier.

Die Granulosa interna hat bei Typhlops vermicularis im Vergleiche zur Retinadicke etwa dieselbe Mächtigkeit, wie bei Tropidonotus, die Hemmung mag für sie also zu einer Zeit eingetreten sein, wo sie die normale Stärke bereits erreicht hatte. Die Granulosa interna von T. braminus dagegen ist, verglichen mit der Retinadicke, erheblich schwächer, was sich daraus erklärt, dass für diese Netzhaut die Entwicklungshemmung schon auf früherer Stufe ihre Wirkung ausgeübt, jene Schicht also nicht lange genug

Zeit gehabt hat, durch Zerfall und Umbildung von zelligen Elementen sich zu verstärken. Mit dieser Annahme stimmt die Thatsache überein, dass sich in der Granulosa interna von T. vermicularis fast gar keine Vergrösserungszellen finden, während diejenige von T. braminus eine, wenn auch geringe Anzahl derselben aufweist.

Die innere Körnerschicht zeigt bei T. vermicularis dieselbe relative Stärke, wie bei Tropidonotus, ihr Aufbau lässt jedoch mannigfache Spuren embryonalen Verhaltens erkennen. Die Lage der inneren Ganglienzellen ist nemlich sehr häufig durch Lücken unterbrochen, da eben ihre Elemente nicht so zahlreich sind. als in einem normalen Auge. Ebenso verhält es sich, und aus demselben Grunde, mit der inneren, distalen Lage der äusseren Ganglienzellen. Bei beiden ist die Hemmung eingetreten, ehe genügend Elemente zur Herstellung geschlossener Lagen sich hatten entwickeln können.

Weiterhin ist als embryonales Merkmal die grosse Zahl von Zellen aufzufassen, die augenscheinlich eben im Begriffe waren, sich aus nervösen Körnerzellen zu Ganglienzellen umzubilden, behufs Vervollständigung der Ganglienzellenlagen. Man muss nun ohne Zweifel auch für das Typhlopsauge annehmen, dass die Fortbildung der Netzhautelemente sich unter Abwechslung von Perioden relativ gesteigerter Weiterentwicklung mit solchen relativer Ruhe in dieser Beziehung vollzogen hat. Die fraglichen Zellen wären vom Abschluss der Hemmung dann nach Beendigung einer Periode gesteigerter Vermehrung, etwa in der Mitte eines vorwiegend der Weiterausbildung gewidmeten Zeitraumes betroffen worden, wo also alle Körnerzellen der Nachbarschaft zur Umbildung in Ganglienzellen herbeigezogen worden waren, ohne dass diese Verwandlung jedoch schon zum Abschluss gediehen wäre. Es erklärt sich so auch das Vorhandensein eines sehr zellarmen, in ihrem Bau etwa an den einer Granulosa erinnernden Distriktes, der sich zwischen jenen in der Umbildung begriffenen und den von diesem Prozess noch unberührten Körnerzellen hinzieht.

In der Netzhaut von T. braminus ist die innere Körnerschicht verhältnissmässig viel schwächer, als bei T. vermicularis, und damit auch bei Tropidonotus. Sie besteht nur aus den äusseren und den inneren Ganglienzellen, sowie einer nicht eben bedeutenden Anzahl von Körnerzellen, die theils den Raum zwischen jenen beiden Lagen einnehmen, theils aber auch in letztere eingeschoben erscheinen. Da die Ganglienzellen selbst wohl entwickelt sind. zwischen ihnen und den Körnerzellen aber keine Zwischenstufen existiren, so liegt die Annahme nahe. dass die Entwicklungshemmung für diese Theile der Retina am Ende einer Periode gesteigerter Entwicklung der Ganglienzellen, oder. was dasselbe bedeutet, gesteigerter Umbildung der Körnerzellen, eingetreten ist. Es fand dabei ein bedeutenderer Verbrauch von Zwischenformen statt. der infolge der Hemmung durch Neubildungen nicht wieder hatte ersetzt werden können. Dass mit jener Periode die Vermehrung der Ganglienzellen unter normalen Verhältnissen nicht abgeschlossen gewesen wäre, geht aus der immerhin geringen Anzahl hervor, in der sie beim erwachsenen Typhlops auftreten, sowie aus ihrer dadurch bedingten lückenhaften und unregelmässigen Anordnung.

Auch die Schwäche der gesammten inneren Körnerschicht mag zum Theil auf diese Verhältnisse zurückzuführen sein.

Die Granulosa externa ist bei beiden Typhlopiden im Verhältniss zur Retina viel schwächer, als bei Tropidonotus. Es dürfte dies durch die immerhin geringere Entwicklung des retinalen Stützsystems bedingt sein, besonders der Müllerschen Fasern, deren Seitenverästelungen typisch ja in hervorragendem Maasse zum Aufbau der Schicht beitragen.

Die äussere Körnerschicht zeigt dreierlei nervöse Elemente: Sehzellen, Ganglienzellen und Körnerzellen.

Die ersteren sind in zwei Serien von verschiedenem Entwicklungsgrade angeordnet, wobei die mehr proximal gelegenen die höhere, die distalen die niedrigere Stufe darstellen. Zwischenformen zwischen beiden fehlen.

Die Entwicklungshemmung scheint also zu einer Zeit eingetreten zu sein, wo auch die am spätesten angelegten Sehelemente bereits dazu gelangt waren, den Standpunkt der zweiten Serie zu erreichen und sich in die von ihr gebildete Lage einzureihen. Freilich sind damit die Verhältnisse eines erwachsenen, normalen Ophidierauges noch nicht erreicht, denn in einem solchen existirt nur eine einzige Lage von Zapfen (um solche kann es sich ja allein handeln), die sämmtlich denselben Ausbildungsgrad besitzen.

Embryonale Spuren finden sich auch noch in der lockeren Anordnung der Zapfen und ihrer Kornzellen, sowie der Ganglienzellen des distalen Randes. Auch die unumgewandelten Körnerzellen sind relativ viel zahlreicher, als bei Tropidonotus. Ihre Anordnung ist eine unregelmässige, von Lücken unterbrochene.

Alle diese Momente zusammen verursachen dann die abnorme Stärke der gesammten äusseren Körnerschicht.

Was das Stützsystem betrifft, so macht sich hier die Wirkung einer Hemmung bemerklich einmal in der Thatsache, dass die Müllerschen Fasern da, wo noch keine Membrana limitans interna besteht, also fast an der ganzen Innenfläche der Retina, mit dem Bindegewebe des Glaskörpers in deutlichem Zusammenhange geblieben sind. Weiterhin drückt sich embryonales Verhalten aus in der relativ geringen Menge der Stützfasern, welche die Retina durchziehen. Ihr Ausbildungsgrad ist zwar ein sehr hoher, was schon daraus hervorgeht, dass die Stützzellen sich nirgends mehr den Fasern scheinbar eingelagert, sondern stets angelagert finden.

Die Erklärung für den Widerspruch zwischen der geringen Anzahl der Stützfasern und ihrer relativ hohen Entwicklung mag wieder darin liegen, dass sich die Retina, den äusseren Bedingungen entsprechend, trotz Materialmangels und verminderter Entwicklungsenergie, doch weiterbildete, und daher auch für das Stützsystem das Bestreben sich geltend machte, noch zu einem gewissen Grade der Vollendung zu gelangen. Ein solcher war aber nicht dadurch zu erreichen, dass das Stützgewebe zwar in der typischen Menge entwickelt, aber auf eine Partie der Retina beschränkt worden wäre, sondern vielmehr dadurch, dass es die ganze Netzhaut durchzog, wenn auch seine Elemente dafür weniger zahlreich, das Gerüste also weniger enge bleiben mussten.

Opticus.

Der Sehnerv zeigt im Bau keine Besonderheiten. Er ist schwächer, als bei Tropidonotus, weil die Zahl der Opticusganglienzellen auch eine unverhältnissmässig geringere ist, und zwar gilt dies aus demselben Grunde für T. braminus wieder noch in höherem Maasse, als für T. vermicularis. Embryonale Spuren mögen in der Anwesenheit zweifellos bindegewebiger Elemente im Opticus beider Typhlopiden gesehen werden, doch lässt es sich freilich nicht entscheiden, in wie weit dieses Bindegewebe nicht als perivasculäres aufzufassen ist.

Die Scheiden sind beide ziemlich hoch entwickelt.

Überblickt man nun nochmals die Befunde am Sehorgane der beiden Typhlopiden, so geht aus der Vergleichung aller Momente, wenn nicht mit Sicherheit, so doch mit grosser Wahrscheinlichkeit hervor, dass man eine auf das Auge und die dazu in directer Beziehung stehenden Gewebstheile sich erstreckende Entwicklungshemmung anzunehmen hat. Dieselbe trat aber hier auf einer relativ sehr hohen Stufe ein, sodass alle Theile Zeit gehabt haben, einen bedeutenden Grad von Ausbildung zu erreichen. Sie machte sich auf die für eine Functionsfähigkeit des Sehorgans erst in zweiter Linie in Betracht kommenden Theile in Form einer plötzlichen, oder doch sehr rasch eintretenden Sistirung aller Weiterentwicklung geltend, während sie für die wesentlicheren als allmählicher Nachlass, als eine Art von Einschlafen der Entwicklungsenergie, wirkte.

Während dieser Verlangsamung zeigt sich dann das Streben, unter Aufgabe der im normalen Auge durchgeführten, strengen Ordnungsmässigkeit, zum Theil auf Kosten der weniger unentbehrlichen Augentheile, noch möglichst viel fertig zu stellen, das Auge noch möglichst wohl functionsfähig zu machen, ehe es zum vollständigen Aufhören aller Weiterentwicklung kam.

Immer stellt dabei das Sehorgan von T. braminus eine niedrigere Stufe dar, als dasjenige von T. vermicularis, da die Hemmung beim ersteren früher eingetreten und früher vollständig geworden sein muss, als beim letzteren.

Von Rückbildung finden sich im Auge beider Typhlopiden keine Spuren.

Talpa europaea.

Orbita.

Eine Orbitalhöhle ist vorhanden. Dieselbe hat zwar eine geringe Tiefe, ist aber sonst ganz normal entwickelt und wäre wohl im Stande, dem Auge Schutz zu gewähren, wenn das selbe in der gewöhnlichen Weise in ihr gelagert wäre. Dem ist aber nicht so. Der Bulbus oculi ist vielmehr nicht nur in dichte Bindegewebsmassen eingehüllt, diese besitzen sogar am proximalen Augenpole eine ganz besondere Mächtigkeit, sodass durch sie, untermischt mit reichlichem Fettgewebe, die ganze Orbitalhöhle ausgefüllt wird. Es bildet sich so eine Art von elastischem Polster, auf welchem der Bulbus aufliegt, und das augenscheinlich dazu dient, demselben bei den durch einen besonderen Muskelapparat (siehe: Augenlider) vermittelten Bewegungen eine Basis zu gewähren.

Der Augapfel hat so jede unmittelbare Beziehung zur Orbitalhöhle verloren. Eine fürs Auge eintretende Entwicklungshemmung kann sich auf sie umso weniger erstrecken, als diese erst in eine so späte Zeit fällt, dass eine Veränderung der nun schon vollständig fertigen, festen Skeletttheile so gut wie ausgeschlossen erscheinen muss.

Bulbus oculi.

Die Grösse des Bulbus unterliegt bei erwachsenen Thieren sehr weitgehenden individuellen Schwankungen. Es treten solche zwar auch schon bei Embryonen auf, indem die Bulbi zweier gleich grossen Exemplare deshalb keineswegs auch die gleichen Dimensionen zu zeigen brauchen. Es sind diese Verschiedenheiten indessen niemals auch nur annähernd so bedeutend, wie bei erwachsenen Thieren. Dies erklärt sich ja daraus, dass die störenden Einflüsse erst in späterer Zeit auftreten, also von den Embryonalstadien höchstens noch die letzten mit betreffen können.

Das Sehorgan von T. europaea ist schon beim Embryo, von den niedersten Stufen ab, verglichen mit der Thierlänge, sehr klein, doch braucht hierin keine Abnormität gesehen zu werden, existirt doch ein Verhältniss zwischen den Dimensionen des Thieres und des Augapfels, das sich bei allen Wirbelthieren, oder auch nur allen Säugethieren, constant wiederfinden würde, überhaupt nicht. So verhält sich z. B. Augentiefe zu Thierlänge bei einem 15 mm langen Embryo von Mus albus wie 1 : 14,4; bei einem gleich langen von Erinaceus europaeus wie 1 : 10. Für T. europaea ergibt dieselbe Vergleichung bei einem Embryo von nicht allzu verschiedener Grösse (13 mm) die Werthe 1 : 41,5.

Legt sich also das Maulwurfsauge von vornherein sehr klein an, so ist in diesem Umstande allein noch keineswegs der Einfluss einer störenden Einwirkung besonderer Verhältnisse zu suchen. Wohl aber macht sich derselbe kenntlich in dem Ausbildungsgange des Sehorgans.

Typisch wird ja dieses während der Embryonalentwicklung im Verhältniss zur Thierlänge immer kleiner. Dies ist auch bei Talpa der Fall, es geht hier aber diese Abnahme viel rascher vor sich, als anderwärts.

Eine wirkliche Entwicklungshemmung, die sich in Bezug auf das jeweilige, zur Untersuchung vorliegende Auge erkennen liesse, findet nun in den embryonalen Augen von Talpa, mit Ausnahme der höchsten, nicht statt. Die sich abnorm steigernde relative Verkleinerung des Organs, und wohl auch die abnorme Kleinheit seiner ersten Anlage, können daher nur mit einer Art von Abnahme des für das Sehorgan überhaupt zur Verfügung stehenden Quantums von Material und, wenn diese Zusammenstellung erlaubt ist, Entwicklungsenergie erklärt werden. Diese Verminderung mag ihrerseits wieder ihren Grund darin haben, dass es im Genus Talpa seit langer Zeit, trotz sonstiger Weiterentwicklung, nicht zu einer der letzteren entsprechenden Ausbildung des Sehorgans hat kommen können. Es machte sich, mit anderen Worten, das Princip der Sparsamkeit dabei in gewisser Beziehung schon von vornherein geltend, und hätte man es hier mit einem der so häufigen Beispiele zu thun, in welchen der Satz, dass die ontogenetische Entwicklung eine Recapitulation der phylogenetischen darstelle, sich einer Modification unterworfen zeigt.

Handelt es sich dabei um einen in der Art seines Wirkens uncontrollirbaren Vorgang, bei dem nur die Resultate zu constatiren sind, so stellt sich die in jedem Individuum von Talpa eintretende Entwicklungshemmung als etwas mehr Greifbares, Nachweisbares dar. Dieselbe fällt aber, wie im Einzelnen gezeigt werden wird, in die Zeit nicht lange vor, während und kurz nach der Geburt des Thieres; von Embryonalstadien werden also, wie gesagt, nur noch die höchstentwickelten dadurch berührt.

Wie sich bei den bisher in dieser Arbeit behandelten Sehorganen immer wieder ergeben hat, wirkt die Hemmung nicht plötzlich, nicht jede Entwicklung des Auges sofort lahmlegend, sondern es tritt von einem gewissen Zeitpunkt ab eine Verlangsamung im Tempo der Weiterentwicklung ein, die nach längerer oder kürzerer Frist zum Stillstande führt.

Das Sehorgan, auch von Talpa, wurde durch diese Vorgänge bei den einzelnen Individuen nun auf verschiedener Stufe betroffen, und stellt sich daher nach der vollständigen Sistirung auch in individuell verschiedenem Ausbildungsgrade (Grösse) dar. Dabei macht sich ebenfalls wieder die Thatsache geltend, dass nach dem ersten Eintritte der Störung — vielleicht auch schon früher — ein Nachlass in der strengen Durchführung des typischen Entwicklungsplanes Platz greift, wodurch die noch weiter fortgehende Ausbildung etwas ins Schwanken geräth. Dadurch dürften sich am ehesten die individuellen Abweichungen in der Form des Bulbus erklären.

Augenlider.

Während der embryonalen Entwicklung findet in der geschilderten*) Weise eine Verstopfung der Lidspalte statt, die sich nach der Geburt wieder auflöst. Hierin liegt an sich nichts Aussergewöhnliches, da dieselbe Erscheinung ja die Augen aller Säugethiere zeigen, wenn die Dauer des Verschlusses auch eine sehr verschiedene ist und oft schon noch während des embryonalen Lebens, oft aber auch relativ sehr lange nach der Geburt erst wieder aufgehoben wird. Diese Wiederöffnung der Lidspalte erfolgt bei Talpa auch in den extremsten Fällen keineswegs etwa ungewöhnlich spät, vielmehr früher, als bei vielen anderen Säugethieren.

Während der Verschlusspfropf noch vorhanden ist, kommt es nun aber beim Maulwurf zu einer Erscheinung, die ihm entschieden eigenthümlich ist. Es nähern sich nemlich die beiden Lider einander gegenseitig weit mehr, als bei anderen Säugern; es kommt sogar in einzelnen Fällen zu einer wirklichen Verwachsung der Lider, die dann auch noch nach Schwund der die Verstopfung bewirkenden Epidermiszellen beim erwachsenen Thiere erhalten bleibt. Ich sehe darin eine Neuanpassung an die äusseren Verhältnisse, eine in der Bildung begriffene weitere Schutzvorrichtung für das Auge. Dieselbe findet sich nur bei wenigen Individuen und zwar, soweit ich dies constatiren konnte, stets bei solchen, die ein in der Entwicklung relativ weit zurückgebliebenes Sehorgan besitzen.

Daraus folgt einmal, dass das Auge noch in der Anpassung an die Existenzbedingungen begriffen ist, dann aber, dass einzelne in diesem Sinne besonders weit fortgeschrittene, d. h. in der Entwicklung besonders zurückgebliebene Maulwurfsaugen dem Ziele ihrer Neugestaltung bereits nahe gekommen sein müssen, da sich hinsichtlich ihrer bereits Apparate — und die durch jene Verwachsung gebildete Bedeckung ist nicht der einzige — zu bilden begonnen haben.

Die typischen Augenlidmuskeln, sowie in den meisten Fällen der sog. Lidknorpel, fehlen bei Talpa. Die Entwicklungshemmung ist zu einer Zeit eingetreten, wo dieselben noch gar nicht zur Anlage gekommen waren, was ja typisch sehr spät der Fall; es ist ihre Ausbildung daher ganz unterblieben.

Dagegen besteht eine andere, zweifellos unter den Gesichtspunkt der Neuanpassung fallende Vorrichtung, die dem Maulwurf ausschliesslich zukommen dürfte. Es ist dies jener Muskelapparat, welcher, wie gezeigt wurde, die Bestimmung zu haben scheint, die Stellung des Bulbus zur Lidspalte zu regeln. Wo eine solche noch offen vorhanden ist, mag er in der Theil II näher bezeichneten Weise wirken. Wo dieselbe aber durch jene Verwachsung (nicht Verstopfung!) bereits wieder verschlossen ist, hat er augenscheinlich die Aufgabe, die durch die neu dem Lichtstrahl entgegengestellte Gewebstheile veränderten

---

*) Teil II pag. 16.

Brechungsverhältnisse zu reguliren. Dies kann aber, mangels eines eigenen, im Innern des Auges funktionirenden Adaptionsapparates, nur durch Lagenänderung des Augapfels erreicht werden. Dass dabei auch das die Orbitalhöhle ausfüllende elastische Polster eine Rolle spielt, wurde schon oben angedeutet.

Durch die weitgehende Annäherung der Lidränder an einander während des embryonalen Lebens und die dadurch verursachte bedeutende Verengerung der Lidspalte wurde naturgemäss der Raum vermindert, der den von den äusseren Lidflächen und von der im weiteren Umkreise angrenzenden Haut hereinwachsenden Epidermiszellen zur Verfügung stand. Da die Vermehrung dieser letzteren nun augenscheinlich nicht beschränkt wurde, so entstand dadurch Platzmangel, dem in der geschilderten Weise*) durch abnorm weitgehende Ausbreitung der Zellen an der inneren Lidfläche, Einbuchtung der Lidränder etc. abgeholfen wurde. Der ebenfalls beschriebene Fall einer Überwachsung des einen Lides durchs andere gehört jedoch m. E. bereits in das Gebiet einer pathologischen Steigerung der in jenem Sinne sich geltend machenden Vorgänge.

Augendrüsen.

Die Hardersche Drüse tritt in erster Andeutung schon ziemlich früh auf und entwickelt sich augenscheinlich zunächst ganz normal weiter. Dann aber macht sich bald eine Entwicklungshemmung geltend, ohne dass freilich der Zeitpunkt ihres Eintritts sich genau feststellen liesse. Augenscheinlich wird durch sie ziemlich rasch jede Weiterbildung verhindert. Sie dürfte sich dann eine Zeitlang auf derselben, übrigens ziemlich niedrigen Ausbildungsstufe erhalten. Um die Zeit der Geburt herum setzt dann ein Process der Rückbildung ein, der mehr oder weniger weit gedeiht, je nachdem bei den einzelnen Individuen die Hemmung früher oder später erfolgt ist.

Die Thränendrüse hat den höchsten Ausbildungsgrad, den sie bei Talpa überhaupt erreicht, ebenfalls gegen den Schluss des embryonalen Lebens gewonnen, und auch für sie ist derselbe ein ziemlich geringer. Nach der Hemmung, über den Zeitpunkt von deren Eintritt sich ebenfalls nichts Genaues feststellen lässt, folgt eine Periode des Stillstands, und dann wird auch die Thränendrüse rückgebildet. Dieser Process ist meist ein ziemlich weitgehender, sodass gelegentlich beim erwachsenen Thiere nur noch wenige Spuren übrig bleiben. In anderen Fällen kann dann wieder die Rückbildung eine weit geringere Wirkung ausüben; es kommt eben die Länge des Zeitraumes in Betracht, der zwischen der ersten Hemmung und dem Aufhören aller Weiterentwicklung — auch der Rückbildung — liegt.

Die Thränenwege legen sich ebenfalls normal an und entwickeln sich ebenso weiter. Sie kommen ihrer Vollendung augenscheinlich ziemlich nahe, denn alte Embryonen zeigen Röhrchen, Sack und Gang in fast fertigem Zustande. Typisch legen sich nun diese Apparate frühestens zugleich mit der Thränendrüse, eher noch etwas später, als diese, an. Während aber die letztere bei Talpa bald eine Hemmung erfährt und nur einen geringen Grad der Ausbildung zu erreichen vermag, werden die Thränenwege fast vollständig fertig. Dieser Widerspruch erklärt sich m. E. folgendermassen:

Die Thränenwege legen sich zunächst alls Zellstränge an, die durch Wucherung des conjunctivalen Rete Malpighii zu Stande kommen. Die Bildung dieser Stränge ist nun vollendet zu einer Zeit, wo die Thränendrüse noch in der Entwicklung begriffen ist, also vor der Hemmung. Erfolgt dann diese, so hört die Weiterentwicklung der Drüse auf, da hierzu noch Material und überhaupt ein grösserer Aufwand von Entwicklungsenergie erforderlich wäre; die Thränenwege dagegen bedürfen zur Weiterbildung so gut, wie kein weiteres Material, dieselbe beschränkt sich ja in der Hauptsache jetzt auf Schaffung eines Lumen in den Strängen, also auf ein anderes Arrangement bereits vorhandener Elemente. Diese Arbeit kann aber auch unter den nunmehrigen ungünstigeren Verhältnissen noch geleistet werden.

---

*) Theil II pag. 12 f.; pag. 16.

Erst mit dem definitiven Verzicht auf die Thränendrüse, d. h. mit Beginn ihrer Rückbildung, hört dann die Weiterentwicklung der Thränenwege ebenfalls auf, und schliesslich erfolgt auch ihre Rückbildung. Es macht sich hier wieder das Princip der Sparsamkeit geltend, demzufolge die, wenn auch geringen Ausgaben für die Unterhaltung des nunmehr unnützen Apparates nicht mehr gemacht werden, ganz abgesehen davon, dass durch Resorption seiner Elemente Bildungsmaterial zu anderweitiger Verwendung gewonnen wird.

Die Meibohmschen Drüsen zeigen nichts Auffallendes. Sie sind, entsprechend der geringeren Ausdehnung der Lider, ebenfalls kleiner, als gewöhnlich. Dass sie in den Fällen, wo jene Verwachsung bereits zu Stande gekommen, geringer entwickelt wären, als in anderen, habe ich nicht constatiren können. Die Verwachsung ist ja auch eine so neue Einrichtung, dass sie noch kaum einen umgestaltenden Einfluss ausgeübt haben könnte.

Augenmuskeln.

Die Augenmuskeln sind bei T. europaea in der typischen Sechszahl vorhanden. Sie legen sich in normaler Weise an. Dabei treten augenscheinlich zuerst der M. rect. sup. und inf. auf, gleich danach, wenn nicht vielleicht schon mit den genannten, die beiden anderen recti, und endlich, sicher etwas später, die obliqui.

Ob die Entwicklung der Augenmuskeln von vornherein bei Talpa im selben Tempo, wie bei anderen Säugern, vor sich geht, oder vielleicht etwas langsamer, vermag ich nicht zu entscheiden; jedenfalls legen sie sich — wie normal — erst ziemlich spät im embryonalen Leben an. Spuren einer Hemmung lassen sich an ihnen, wenigstens während der Embryonalperiode, nicht erkennen.

Im Augenmuskel des erwachsenen Thieres finden sich Fasern von sehr verschiedenem Aussehen: scheinbar ganz glatte, ganz quergestreifte und endlich solche, die nur in einem Theil ihrer Länge quergestreift erscheinen. Es erhebt sich nun die Frage: hat man es bei den glatten und halbglatten (im obigen Sinne) Muskelfasern mit nicht voll entwickelten, also gehemmten, oder mit solchen zu thun, die thatsächlich alle die Eigenschaften besitzen, die den sogen. quergestreiften zukommen und nur infolge ihrer Contractionszustände diese Streifung nicht erkennen lassen?

Die quergestreifte Faser entwickelt sich, wie die Embryonalstadien deutlich zeigen, aus der glatten, in der früher*) geschilderten Weise. Es finden sich dabei auf jeder Stufe Fasern des verschiedensten Ausbildungsgrades. Auch in den Augenmuskeln der ältesten Embryonen sind immer, neben anderen, auch glatte Fasern in grosser Anzahl vorhanden. Da hier von Contraction keine Rede sein kann, so stellen dieselben zweifellos niedrigere Entwicklungsstufen dar: bilden sich doch zur Verstärkung des Muskels immer wieder neue Fasern.

Die Querstreifung legt sich an in Form einer peripherischen Ringleiste, die allmählich die ganze

---

*) Teil II pag. 32.

Fasern quer durchwächst. Diese Ringleisten treten aber stets in der ganzen Länge der Faser zugleich, nicht etwa nur in einem Abschnitte derselben, auf. Die halbglatten Fasern des erwachsenen Thieres sind also jedenfalls nicht als nur theilweise entwickelte, unfertige aufzufassen, da es ausgeschlossen ist, dass in einem Theil der Faser die Querstreifung ganz fertig, im anderen auch nicht einmal angefangen sein könnte.

Die Querstreifung ist bei alten Embryonen immer sehr deutlich, gewissermassen derb, durchgeführt. Wahrscheinlich während der Geburt erfährt dann die Muskelfaser eine ganz bedeutende Vergrösserung. Die Querstreifung wird dabei sehr fein und zart, sodass sie in denjenigen Fasern im Augenmuskel des erwachsenen Thieres, in denen sie unverkennbar ist, sich doch viel schwieriger constatiren lässt, als beim Embryo. Es liegt nun die Annahme nahe, dass diese Verwischung der Querstreifung infolge des starken Wachsthums der Faser eine so weitgehende ist, dass man ihre Reste nur noch unter gewissen Contractionsverhältnissen wahrnehmen kann. Da aber eine Faser an ihrem einen Ende sich in einem anderen Zustande der Zusammenziehung befinden kann, als am entgegengesetzten, so erklärt sich das Vorkommen der anscheinend halbglatten Fasern.

Die ganz glatt aussehenden könnten demnach nun ebenfalls als thatsächlich quergestreifte aufgefasst werden, doch glaube ich nicht, dass dies ohne Einschränkung gestattet ist. Die Thatsache, dass auch die höchsten Embryonalstadien eine ganze Menge glatter Fasern zeigen, bedeutet freilich nichts dagegen, denn man wäre ja sehr wohl berechtigt, anzunehmen, dass während der Geburt, während welcher sich allenthalben am und im Auge so grosse Fortschritte vollziehen, auch diese Muskelfasern Querstreifung gewonnen haben würden. Von Bedeutung dürfte dagegen der Umstand sein, dass gerade in denjenigen Augenmuskeln des erwachsenen Thieres, die sich notorisch am spätesten anlegen und ausbilden, die glatt erscheinenden Fasern am häufigsten vorkommen, während sie andrerseits in den ältesten Muskeln, dem M. rect. sup. und inf, am seltensten sind. Diese Thatsache scheint mir denn doch darauf hinzuweisen, dass man es bei den glatt erscheinenden Fasern zum Theil auch mit thatsächlich glatten, also weniger hoch ausgebildeten, gehemmten, zu thun hat.

Warum zeigt nun aber der Augenmuskel des erwachsenen Thieres keine Zwischenstufen zwischen den quergestreiften, also fertig ausgebildeten, und den thatsächlich glatten, also embryonalen Fasern?

Im Augenmuskel der grossen Embryonen finden sich alle Stadien. Die niedrigeren davon mögen bis zur Zeit der Geburt hin, oder während derselben, dann vollends fertig werden. Nun aber nimmt während der Geburt und gleich nachher der Augenmuskel an Stärke ganz bedeutend zu. Dies wird einerseits durch starkes Anwachsen der einzelnen Fasern, andrerseits aber auch durch weitgehende Vermehrung derselben erreicht. Es entsteht also Bedarf an weiteren Muskelfasern, und werden daher solche neugebildet. Ehe diese jedoch sich weiter differenziren können, tritt Entwicklungshemmung ein: sie bleiben daher im Auge des erwachsenen Thieres glatt. Es ist dies eine Hypothese, für die mir freilich jeder Beweis fehlt, die aber immerhin einige Wahrscheinlichkeit für sich haben dürfte.

Der Augenmuskel des erwachsenen Maulwurfs zeigt also, um es kurz zu wiederholen, einmal thatsächlich quergestreifte Fasern, die aber infolge der verschiedenartigen Contractionszustände entweder ganz quergestreift, oder nur in einem Theil ihrer Länge quergestreift, oder auch ganz glatt erscheinen können — und ausserdem thatsächlich glatte Fasern, die durch die Entwicklungshemmung verhindert wurden, sich zu quergestreiften weiterzubilden. Freilich lässt sich dabei nicht unterscheiden, welche von den glatt aussehenden Fasern wirklich glatt und welche quergestreift sind.

Sclero — Chorioidea.

Bei einzelnen Individuen findet sich die Trennung der Augenkapsel in Sclera und Chorioidea stellenweise nicht strenge durchgeführt, gelegentlich zeigt sich auch wohl da und dort ein Zusammenhang der Sclera mit dem Bindegewebe der weiteren Umgebung des Bulbus. Beide Erscheinungen sind wieder darauf zurückzuführen, dass eine Hemmung eintrat, ehe die Differenzirung durchgeführt war.

Die Sclera ist in grossen Augen, verglichen mit der Augentiefe bedeutend schwächer, als in kleineren. Dabei ist indessen zu bedenken, dass zur ersten Anlage der Augenkapsel, die ja hier fast ausschliesslich zur Sclera wird, von dem Bindegewebe, das die Augenblase umgiebt, immer nur ein gewisser Theil aufgebraucht werden kann, da der Rest anderweitig verwendet wird (zur Bildung des Polsters, des Glaskörpers etc.). Wenn nun auch selbstverständlich dies verfügbare Quantum nicht mathematisch scharf festgesetzt sein kann, so besteht dabei doch eine Maximalgrenze. Zur Überkleidung eines grossen Bulbus muss sich das Mesodermgewebe dann natürlich in einer schwächeren Schicht ausbreiten, um auszureichen, als zur Umhüllung eines kleineren.

Weiterhin kommt aber auch hierbei der Umstand in Betracht, dass der Druck, welchen ein grosser Bulbus auf die Augenkapsel ausübt, auf diese schon länger gewirkt haben muss, ihren Gewebszügen daher einen höheren Grad von Dichtheit und Festigkeit in der Anordnung gegeben haben wird, als in einem kleineren Auge, wo dieser Faktor erst kürzere Zeit in Betracht kam. Dass durch Aufgabe des lockeren Verlaufes der Faserzüge aber eine Verdünnung der Haut herbeigeführt werden musste, liegt auf der Hand.

Für die Chorioidea sind die Verhältnisse ganz ähnliche. Auch sie ist in kleineren Augen vergleichsweise mächtiger, als in grösseren, ein Umstand, der sich ebenfalls damit erklärt, dass die Bindegewebsmasse, die mit den Gefässen einwandert und die Gefässhaut bildet, eine, im Grossen und Ganzen betrachtet, constante Grösse darstellt.

Die Chorioidea ist aber, auch verglichen mit der Sclera, bei kleinen Bulbi stärker, als bei grösseren. Es ist nun, wie gezeigt wurde, die definitive Aderhaut im Maulwurfsauge eine relativ junge Bildung, die erst zu einer Zeit sich anlegt, zu welcher die Sclera schon einen gewissen Grad der Entwicklung und damit von Festigkeit erreicht hat. Betrachtet man nun die kleineren Augen erwachsener Maulwürfe als solche, die früher einer Hemmung unterlegen sind, so ergibt sich daraus, dass bei ihnen die Chorioidea noch nicht so lange an ihrer Stelle sich befunden hat, ehe dies Ereigniss eintrat. Die Grössenzunahme der ectodermalen Theile des Augapfels, d. h. der secundären Augenblase, hat auf die Chorioidea noch nicht so lange einen Einfluss ausüben können, als in später gehemmten Augen. Dieser Einfluss macht sich aber, wie schon bemerkt, in erster Linie geltend in Form eines Druckes auf die weiter nach Aussen gelegenen Theile. Da die Sclera bereits eine gewisse Festigkeit erlangt hat, wird sie der gegen sie hingedrängten Chorioidea Widerstand entgegensetzen, diese hat also den Einfluss des Wachsthums von Pigmentepithel und Retina in erster Linie zu verspüren. Die Folge ist, dass die Gewebszüge der Gefässhaut durch die Pressung ihren lockeren, gewellten Bau immer mehr verlieren und eine straffere Anordnung gewinnen. Damit ist dann aber auch eine Stärkenabnahme verbunden (freilich nur eine relative, da ja das Eigenwachsthum der Haut auch noch weitergeht) und zwar, je länger die Ursache dazu, d. h. die Grössenzunahme der Augenblase, andauert, in umso höherem Grade. Bei kleineren Augen, deren Weiterentwicklung früher gehemmt wurde, muss also die Chorioidea noch verhältnissmässig stärker geblieben sein, als in grossen.

Diese Verhältnisse machen sich für die Sclera natürlich ebenfalls geltend, und ist die Bildung dieser Haut wohl zum grössten Theile auf den Druck zurückzuführen, den die wachsende Augenblase auf das Bindegewebe der Umgebung ausübt. Zur Zeit, wo sich die Chorioidea gebildet hatte, besass aber die Sclera bereits eine gewisse Festigkeit und wurde von dem Druck nur noch in geringerem Grade beeinflusst.

Aus dem Gesagten ergibt sich, dass am kleineren Bulbus die Chorioidea, und in weniger bedeutendem Masse auch die Sclera, einen lockeren, mehr gewellten Bau zeigen müssen, als am grösseren, und die Untersuchung zeigt, dass sich dies auch thatsächlich so verhält.

Dass die Verhältnisszahlen, die sich beim Vergleiche von Sclera und Chorioidea, oder von beiden mit der Augentiefe ergeben, individuell schwanken, hat auch hier wieder seinen Grund in der Verschiedenheit des Tempo, in welchem die Entwicklung überhaupt, besonders aber die Weiterentwicklung nach dem ersten Auftreten der Hemmung vor sich geht, eine Verschiedenheit, die besonders in letzterer Hinsicht wieder durch das sich ja allenthalben geltend machende Abgehen von dem strengen Plan, einem gewissen Schwanken und Tasten im Gange der Ausbildung, genügend motivirt sein dürfte.

Ebendamit, und noch in höherem Maasse wieder mit der Verschiedenheit des Entwicklungsgrades, in welchem die eintretende Hemmung das Auge überraschte, erklärt sich auch der Umstand, dass die Anlage einer Zwischenmembran zuweilen überhaupt fehlt, meist aber zwar vorhanden, jedoch zu keinem hohen Grad der Entwicklung — als deren Endziel die Umwandlung in eine vollkommene Membran zu gelten hat — gelangt ist.

Cornea.

Auch bei der Cornea des ausgebildeten Thieres finden sich noch embryonale Spuren.

Zunächst ist auch bei ihr die Stärke an kleineren Augen eine im Verhältniss zur Augentiefe bedeutendere, als an grösseren. Die Erklärung dieses Verhaltens ist für denjenigen Theil der Hornhaut, der sich als vorderer, distaler Abschnitt der Augenkapsel darstellt, dieselbe, wie für die Sclera. Der Cutistheil der Hornhaut hat an der relativen Verdünnung der Gesammtcornea bei grösseren Augen entschieden keinen Antheil, wohl aber ist dies der Fall mit der cornealen Conjunctiva.

Besitzt diese eine bedeutendere Stärke, so wird dieselbe stets dadurch hervorgerufen, dass das Rete Malpighii nicht, wie gewöhnlich, aus abgeplatteten Elementen sich zusammensetzt, sondern den Aufbau aus hohen Cylinderzellen bewahrt hat, eine Erscheinung, die stets bei kleineren Maulwurfsaugen in höherem Grade auftritt, als bei grösseren.

Es kommt nun aber auch vor, dass in der Maulwurfscornea dem Rete Malpighii distal nicht nur eine einzige Schicht von verhornten Zellen aufliegt, was allerdings die Regel darstellt, sondern, dass dieselben in der Mehrzahl (bis zu drei) auftreten. Es ist dies jedoch immer nur in den grösseren Augen der Fall, niemals in solchen, deren Rete Malpighii sich aus Cylinderzellen aufbaut. Der Augenkapseltheil der Cornea ist hier aber stets dünn. Die Verdickung der Conjunctiva durch Verstärkung des Stratum corneum bewirkt daher keineswegs eine Verstärkung der Gesammtcornea im Vergleich zur Augentiefe.

Alles dies gilt jedoch nur für die vor der Linse, also im Umkreise der Augenaxe gelegenen Corneapartieen. Mehr dem Rande der Hornhaut genähert, nimmt bei grossen Augen die Corneadicke durch Schichtenvermehrung sehr bedeutend zu, auch nähern sich in diesen Gegenden die Zellen der Malpighischen Schicht gegen die Sclera hin immer mehr ihrer typischen Cylindergestalt, oder vielmehr, besser ausgedrückt, in desto geringerem Grade haben sie dieselbe eingebüsst.

In kleineren Augen ist die Anzahl der Schichten des Stratum corneum etwa dieselbe, wie in grossen; das Rete Malpighii besteht ebenfalls, wie in grossen Augen, aus Cylinderzellen. Da dieser Aufbau der beiden Schichten in kleineren Maulwurfsaugen vor der Linse aber kein wesentlich anderer ist, als in den Randpartieen der Cornea, so kann hier von einer Verdünnung dieser letzteren in ihren centralen Theilen, gegenüber den der Sclera genäherten auch nicht, oder doch nur in viel geringerem Maasse, die Rede sein. Bei einem normalen, erwachsenen Auge ist dies nun aber der Fall und zwar in noch höherem Grade, als selbst die grössten Maulwurfsaugen erkennen lassen. Es geht hieraus hervor, dass für diese auch in Bezug auf die corneale Conjunctiva eine Entwicklungshemmung eingetreten ist, und zwar für die grösseren Augen später, als für die kleineren, so dass also in jenen die Hornhaut mehr Zeit gehabt hat, sich dem normalen Typus zu nähern.

Der Bau der Cornea propria ist ebenfalls je nach dem Ausbildungsgrad, welchen die Haut noch hat erreichen können, ein verschiedener: bei früher Hemmung lockerer, mit zahlreicheren und grösseren Kernen, bei späterer Hemmung straffer, dichter, mit sehr wenigen und ganz schwachen Kernchen. Auch individuelle Verschiedenheiten als Ausdruck des ungleichen Entwicklungstempo, sowie mannigfacher Planstörungen, machen sich geltend. Embryonales Verhalten ist weiterhin darin zu sehen, dass bei einzelnen Augen die beiden nach Herkunft verschiedenen Hauptheile der mesodermalen Cornea, d. h. der Augenkapsel- und der Cutistheil, eine deutliche Grenze gegen einander bewahrt haben.

Ferner fällt unter denselben Gesichtspunkt das vollständige Fehlen des unter der Bezeichnung „Corneakörperchen“ bekannten Lymphraumsystems. Die in der Hornhaut gelegentlich auftretenden kleinen Spalträume entbehren vollständig der charakteristischen Merkmale von solchen. Wenn man es dabei nicht überhaupt mit Kunstprodukten zu thun hat, eine Möglichkeit, die mir keineswegs ausgeschlossen erscheint, so kann es sich jedenfalls nur um die ersten Anfänge jenes Systems handeln, das dann ebenfalls den Einfluss der Hemmung empfunden hätte.

Weiterhin fehlt eine Grenze zwischen Cornea und Sclera. Eine solche pflegt aber typisch erst sehr spät zum Ausdruck zu kommen, zu einer Zeit, wo die Hornhaut bereits einen höheren Ausbildungsgrad erreicht hat, als er uns im Maulwurfsauge entgegentritt. Es muss daher angenommen werden, dass diese Differenzirung infolge der vorher eingetretenen Entwicklungshemmung einfach unterblieben ist.

Von einer Berücksichtigung des seinerzeit*) beschriebenen Falles einer sehr weitgehenden Verdickung der Cornea in der Augenaxe glaube ich an dieser Stelle absehen zu dürfen, da derselbe wohl zweifellos pathologischer Natur ist.

Die Membrana Descemetii ist ihrer Vollendung in allen Fällen sehr nahe gekommen; geringfügige Verschiedenheiten im Grad ihrer Entwicklung erklären sich ebenfalls mit dem individuell verschiedenen Zeitpunkte der Entwicklungsstörung und dem verschiedenen Tempo der Weiterbildung nach dieser.

Ein Ligamentum pectinatum ist im Auge des erwachsenen Thieres vorhanden, zeigt aber ebenfalls

---

*) Theil II pag. 47 f.

Merkmale der Hemmung. Es ist viel schwächer entwickelt, als in normalen Augen. Statt aus Bindegewebszügen baut sich sein Gerüste nur aus einzelnen Fasern auf; statt, dass dies Gerüste mit Theilen der Membrana Descemetii, also einer glashellen Haut, wie sie z. B. Briggs*) beschreibt, überkleidet wäre, ist es mit Zellen belegt. Es folgt daraus, dass die erste Anlage des Apparates etwa mit der Zeit der Entwicklungshemmung zusammenfällt. Statt ihn in der typischen Stärke aufzubauen, wurde er dann, den noch vorhandenen Mitteln entsprechend, in geringerer Solidität angelegt, aber doch noch angelegt, in Bewährung des Bestrebens des Auges, nach Eintritt der Störung noch einen, soviel eben möglich hohen Grad der Ausbildung zu erreichen, ehe die Hemmung eine totale wurde. Die Überkleidung des Fasergerüstes geschieht typisch von der Membrana Descemetii aus. Bei Talpa war diese nun zur Zeit der Entstehung des Ligamentum pectinatum in den Randpartieen noch von zelliger Structur: der Belag jenes Fasersystems setzte sich daher ebenfalls aus Zellen zusammen. Während nun für die eigentliche Membrana Descemetii der Process einer Umbildung zur völligen Membran auch nach dem Einsetzen der Entwicklungshemmung noch eine Zeitlang fortging, reichten in Bezug aufs Ligamentum pectinatum, als eines Apparates von nur secundärer Bedeutung, die Mittel zu einer weiteren Ausarbeitung nicht mehr aus, dieselbe musste daher, und zwar wahrscheinlich sofort nach der ersten Hemmung, aufgegeben werden.

Glaskörper.

Ob im Glaskörper des normalen, fertig ausgebildeten Säugethierauges ein faseriges Stützsystem existirt, wie vielfach behauptet wird, mag hier dahingestellt bleiben. Im Maulwurfsauge besteht ein solches nicht, wie mir wiederholte, sorgfältige Untersuchung gezeigt hat. Auch das Verhalten der vitrealen Bindegewebsmassen beim embryonalen Maulwurfe deutet in keiner Weise darauf hin, dass ein derartiger Apparat geplant gewesen sein sollte. Stets fällt das Bindegewebe, das den Augenbecher erfüllt, zunächst in seinen centralen Partieen einer Auflösung anheim, die sich dann mehr oder weniger schnell auf die peripherischen ausdehnt: Bindegewebselemente, welche in den Glaskörpern der bei vorliegenden Untersuchungen behandelten Thiere in vielen Fällen nahe der Retina übrig bleiben, haben mit einem ev. vitrealen Fasersysteme nichts zu thun, stehen vielmehr zu demjenigen der Netzhaut in engster Beziehung.

Muss ich fürs Maulwurfsauge nun also die Existenz jenes Stützsystems im Glaskörper wiederholt aufs Bestimmteste bestreiten, so gehe ich doch nicht soweit, dasselbe für die normalen Vertebratenaugen zu leugnen. Besteht es in diesen, so ist für Talpa anzunehmen, dass es hier entweder infolge der Entwicklungshemmung gar nicht zur Ausbildung gelangt, oder aber wieder rückgebildet worden sein muss.

In den embryonalen Maulwurfsaugen, die schon einen, wenigstens zum Theil aus dem typischen Gefüge sich zusammensetzenden Glaskörper besitzen, zeigen sich nun aber keine Spuren davon, und spricht dieser Umstand doch wohl gegen die Annahme der später erfolgten Rückbildung eines bereits angelegt gewesenen vitrealen Fasersystems. Es müsste also entweder die Rückbildung, oder die eine Anlage überhaupt verhindernde Entwicklungshemmung schon zu einer Zeit im embryonalen Leben eingetreten sein, wo der Glaskörper noch vollständig aus den Bindegewebsmassen seiner ersten Anlage besteht, also schon sehr früh. Für alle übrigen Theile des Maulwurfsauges tritt nun aber die Entwicklungshemmung, wie hier zum Theil vorausgenommen sein mag, sehr spät, frühestens gegen Ende des Embryonallebens ein, und scheint es mir daher sehr zweifelhaft, dass das angenommene vitreale Fasersystem von dieser Regel so weit abweichen sollte. Es ist dies umso unwahrscheinlicher, als der Glaskörper von Talpa im Übrigen vollkommen dasselbe Verhalten zeigt, wie das sonstige Auge.

---

*) Theil II pag. 48. Fussnote.

Spuren von Bindegewebsfasern zeigen sich ja im Vitreum des erwachsenen Maulwurfes gelegentlich da und dort. Aber abgesehen davon, dass es oft sehr fraglich ist, ob dieselben nicht auf Perivasculärgewebe zurückzuführen sind, wäre die blosse Thatsache ihrer Existenz ja noch lange nicht beweiskräftig genug, um daraus auf Reste eines Stützsystems schliessen zu lassen. Es kann sich dabei doch auch einfach um Überbleibsel der Bindegewebsmassen handeln, welche den Glaskörper geliefert haben, und die infolge der — nun aber sehr spät — erfolgten Entwicklungshemmung nicht vollständig zur Umbildung in Vitrealmasse haben gelangen können.

Weiterhin zeigt sich der Einfluss der Hemmung in der sehr geringen Entwicklung eines Adaptionsapparates für die Linse, der sich auf einzelne zwischen dieser und der Membrana hyaloidea (nach ihrer Vereinigung mit der Limitans interna) ausgespannte Fäserchen beschränkt. Etwas höher ist er gelegentlich im Auge grosser Embryonen ausgebildet, es scheint also hinsichtlich dieses Apparates ein Rückbildungsprocess stattzufinden. Da ein solcher sich immer als Folge vorhergehender Entwicklungshemmung darstellt, und zwischen beiden eine Periode des Stehenbleibens liegt, so folgt daraus, dass, von individuellen Schwankungen abgesehen, der Zeitpunkt des Hemmungseintritts hier ungefähr mit demjenigen der Geburt zusammenfallen dürfte.

Ich kann diesen Abschnitt nicht verlassen, ohne noch einen Ausdruck näher zu erklären, den ich in Theil II*) gebraucht habe, und der zu Missdeutungen Veranlassung geben könnte. Wenn ich nemlich dort gesagt habe, dass das Bindegewebe der Glaskörperanlage den Massen der Augenkapsel angehöre, so wollte ich damit nichts anderes ausdrücken, als dass der Glaskörper von denjenigen Bindegewebsmassen der Umgebung des Bulbus herstamme, die auch die Augenkapsel liefern.

Linse.

Die Linse zeigt ein individuell sehr wechselndes Verhalten.

Was ihre Grösse betrifft, so lässt sich zwar ganz im Allgemeinen der Grundsatz erkennen, dass einem grossen Auge auch eine grosse Linse zukommt, es gibt aber von dieser Regel zahlreiche Ausnahmen.

Schon im embryonalen Leben kommt es gelegentlich vor, dass ein kleiner Embryo eine im Verhältniss zur Thierlänge grössere und höher entwickelte Linse besitzt, als ein grösserer und umgekehrt. In noch viel höherem Maasse tritt diese Erscheinung aber bei den erwachsenen Thieren hervor. Es ist dabei in erster Linie, wie ja immer wieder, der Zeitpunkt der Entwicklungshemmung von Einfluss, doch genügt m. E. dieses eine Moment hier nicht, um die grosse Verschiedenheit zu erklären. Kommen ja doch bei erwachsenen Maulwürfen Linsen vor, die sich lediglich aus Zellen, fast ohne Spur einer Umbildung derselben in Fasern, zusammensetzen, und die durch diesen Bau auf eine Stufe verwiesen werden, weit niedriger, als diejenige, auf welcher die Linse vieler grossen Embryonen steht. Würde also zur Erklärung bloss die Verschiedenheit des Zeitpunktes, an welchem die Hemmung eintrat, herbeigezogen, so müsste diese in extremen Fällen schon früh im embryonalen Leben angesetzt werden, was mit dem Verhalten anderer Augentheile im Widerspruch stünde. Von Rückbildung kann hier, nach der Natur der Sache, keine Rede sein, da man ja sonst annehmen müsste, dass dabei die Linse den Weg ihrer Entwicklung wieder genau rückwärts zurückgelegt hätte. Sie müsste sich zunächst zellig angelegt, dann, wenigstens bis zu einem gewissen Grade, Fasern entwickelt haben. Diese Fasern hätten sich nach erfolgter Hemmung und eingesetztem Rückbildungsprocess nicht etwa aufzulösen begonnen, sondern wären wieder zu Zellen mit rundlichen Kernen geworden etc., was ja absolut undenkbar ist.

---

*) Theil II pag. 57.

Es handelt sich bei diesen „zelligen“ Linsen indessen um extreme Fälle*), die immerhin nur sehr selten vorkommen, und mag von ihrer Berücksichtigung darum hier vorläufig abgesehen werden.

In der grossen Mehrzahl der Maulwurfsaugen zeigt die Linse deutlich die Wirkung einer Entwicklungshemmung, die bei den einzelnen Individuen innerhalb eines Zeitraumes eingetreten ist, dessen Grenzen einerseits gegen den Ausgang des Embryonallebens, andrerseits eine ziemliche Spanne nach erfolgter Geburt anzusetzen sein mögen.

Spuren sehr früher Hemmung sind zu sehen in der mehr zellartigen Form der Linsenfasern und dem zahlreicheren Vorkommen noch kaum veränderter Zellen in Nachbarschaft der Auswachsungsstelle. Weiterhin deutet auf sehr früh sich bemerklich machende Hemmung hin: das Persistiren eines, freilich stets nur geringen Restes der Linsenhöhle, die im Vergleich zur Linsentiefe bedeutende Stärke des Linsenepithels und dessen Aufbau aus cylindrischen Elementen. In hohem Grade lässt auch die Lage der Auswachsungsstelle einen Schluss zu auf den Zeitpunkt der Hemmung. Diese Stelle findet sich nemlich, wie die Betrachtung der Entwicklungsreihe lehrt, auf niederer Embryonalstufe ganz in der Nähe des Linsenaequators, wenig proximal von diesem; im Verlaufe der Weiterentwicklung verschiebt sie sich dann immer mehr proximalwärts. Eine dem Aequator sehr genäherte Auswachsungszone muss daher als Merkmal embryonalen Verhaltens und Beweis für verhältnissmässig früh eingetretene Hemmung angesehen werden.

Ferner ist ein Zeichen nicht zu Stande gekommener Vollendung in dem Mangel einer Kernzone zu sehen. Wie bei Betrachtung der einzelnen Embryonalstadien gezeigt wurde, kommt es in ein und derselben Linse mehrmals zur Bildung einer solchen, die freilich niemals streng durchgeführt, aber immer unverkennbar ist. Sie wird dann im Laufe der Entwicklung wieder zerstört. Findet sich nun in der Linse eines ausgewachsenen Thieres die Andeutung einer Kernzone, was zuweilen der Fall ist, so berechtigt dies nur zu dem Schlusse, dass die Hemmung zu einer Zeit vollständig geworden ist, zu welcher die Linse gerade eine Kernzone besessen hatte. Auf einen höheren Grad von Vollendung der Linse weist diese Thatsache allein indessen nicht hin, da ja aus dem blossen Vorhandensein einer Kernzone nicht ersehen werden kann, ob es sich dabei um den Endpunkt der Entwicklung, oder aber bloss um eines jener Durchgangsstadien handelt. Es lässt sich also daraus allein nicht erkennen, ob eine Linse mit Kernzone zu den früher oder später gehemmten gehört.

Zeichen später eingetretener Störung, resp. weiterhin Sistirung, finden sich vor Allem in dem Bau des Linsenepithels, das sich in vorgeschrittenen Fällen aus verhältnissmässig sehr dünnen Plattenzellen zusammensetzen kann. Lässt sich nun zwar weder beim Embryo, noch beim Erwachsenen ein bestimmtes Zahlenverhältniss zwischen Linsenepitheldicke und Linsentiefe constatiren, so ist doch die Thatsache erkennbar, dass ein verhältnissmässig dickes Linsenepithel auf embryonalen Zustand, ein schwaches auf höhere Entwicklung der Linse hinweist.

---

*) cfr. Theil II Tab. III Fig. 30.

Eine vollständige Verdrängung der Linsenhöhle ist dann ebenfalls durch weiteren Fortschritt zu erklären. Ein deutliches Zeichen einer Hemmung liegt dabei in dem Umstande, dass zuweilen, und zwar bei Linsen, die nach sämmtlichen übrigen Merkmalen zu den höchstentwickelten gehören, ein Andrängen der Linsenfasern gegen die Zellen des Linsenepithels, mit dadurch hervorgerufener theilweiser Formänderung der letzteren, stattfinden kann. Es sind diese Erscheinungen augenscheinlich dadurch bedingt, dass mit Eintreten der Störung Material für Weiterbildung und Entwicklungsenergie abnehmen. Infolgedessen kann das Linsenepithel nicht mehr in dem Grade, wie vorher, seine Zellen vermehren, um den Ersatz für die an der Auswachsungsstelle in Fasern umgebildeten zu liefern, und andrerseits seine durch die Grössenzunahme der Linse nothwendig werdende Flächenvermehrung zu bewirken. Die Faserbildung geht aber noch eine Zeitlang weiter, und zwar vorwiegend auf Kosten des vorhandenen Materials, was zur Folge hat, dass die Linsenepithelzellen an Volumen, und zwar besonders an Dicke, verlieren und Plattenform annehmen. Während der Periode immer mehr verlangsamter Weiterentwicklung wachsen nun die bereits zu Faserzellen umgebildeten Elemente immer mehr zu Fasern aus, und es setzt sich dieser Process nach der ersten Hemmung noch erheblich länger fort, als die Bildung neuer Fasern, und als die Flächenvergrösserung des Linsenepithels, da ja dazu eine Zuführung neuen Materials nicht erforderlich ist. Für die sich immer mehr verlängernden Fasern genügt daher schliesslich der vom Linsenepithel umschlossene Raum nicht mehr, und sie drängen infolgedessen gegen dasselbe an, bis endlich der inzwischen eingetretene Stillstand der Entwicklung auch hiermit ein Ende macht. Es wird durch das nach erster Störung noch fortgesetzte Auswachsen der Fasern in extremen Fällen dann auch die zuweilen sich findende starke Vorwölbung der distalen Linsenpartie bewirkt.

Die in den einzelnen Linsen bemerkliche Verschiedenheit im Bau ist somit nicht allein von dem früheren oder späteren Eintreten der Entwicklungshemmung abhängig, richtet sich vielmehr in noch höherem Grade darnach, ob zwischen diesem und dem vollständigen Aufhören alles Wachsthums in der Linse ein längerer oder kürzerer Zeitraum liegt.

Theils in Verbindung mit jener aussergewöhnlich starken Vorwölbung des distalen Linsenpols, theils aber auch ohne diese, zeigt sich bisweilen in der distalen Linsenhälfte eine Eindrückung der peripherischen Partieen, die augenscheinlich durch Anpressen der Iris verursacht wird. Es ist diese Erscheinung aufzufassen als eine Folge des Umstandes, dass in Bezug auf das Sehorgan nach Auftreten der Hemmung ein fester Entwicklungsplan nicht mehr so ganz streng eingehalten wird. Es zeigt sich also auch hier wieder der Einfluss jenes immer wieder zu Tage tretenden Schwankens in der Art und Weise der Weiterentwicklung. Die Wachsthumsenergie ist nicht für alle Theile des Auges die gleiche, für die Linse z. B. entschieden geringer, als für die Iris. Das Wachsthum der letzteren war daher in vielen Fällen mit Erreichung der Linsenfläche nicht beendet, die Regenbogenhaut dehnte sich vielmehr noch weiter aus und presste sich so gegen die Linse an. Die Folge war in extremen Fällen die Eindrückung einer flachen, ringförmigen Rinne auf der letzteren. Wesentlich unterstützt wurde die Iris dabei durch den Zustand der Linse, die sich noch mehr oder weniger aus zelligen Elementen aufbaute, in keinem Falle jedenfalls noch das typische Gefüge von starren Fasern besass, und daher jenem Drucke nur geringeren Widerstand entgegenzusetzen vermochte.

Als die Folge eines, und zwar hier recht bedeutenden Abgehens vom strengen Entwicklungsschema stellt sich auch der Zustand jener Linsen dar, die, fast nur aus wenig veränderten Zellen aufgebaut, durch ihre Grösse auf eine ziemlich hohe, durch ihre Zusammensetzung aber auf eine ungemein niedrige Entwicklungsstufe hinzuweisen scheinen. Es braucht für derartige Linsen keineswegs ein sehr frühes Eintreten der Entwicklungsstörung angenommen zu werden, wogegen ja ihre Dimensionen, weiterhin der Ausbildungsgrad des Linsenepithels und die vom Aequator ziemlich weit proximalwärts gerückte Lage der Auswachsungsstelle sprechen würden. Nach der Hemmung kam aber das Bestreben zur Geltung, mit den noch vorhandenen Mitteln möglichst weit zu kommen, d. h. eine möglichst compacte Linse von ausreichender Grösse herzustellen. Da nun die Umbildung in die typischen Fasern nur unter bedeutendem Volumverlust sich vollziehen kann, und zu dessen Ersatz nicht mehr der nöthige Nachschub vom Linsenepithel her erfolgt, so wurde von der weiteren Herstellung von Fasern überhaupt abgesehen, und der Linsenkörper lediglich aus nur wenig ausgewachsenen Zellen aufgebaut. Dass es dabei zur Bildung einer Kernzone überhaupt nicht kommen konnte, liegt auf der Hand

Die so gearteten Maulwurfslinsen haben sich also augenscheinlich unter dem Einflusse einer, noch weiter, als gewöhnlich gehenden Verminderung der Entwicklungsenergie gestaltet. Für die letztere Thatsache ist dann freilich als Erklärung wieder nur das sich in Bezug auf diese Augen immer wieder geltend machende Schwanken, das bald da, bald dort unverkennbare Abgehen von einem strengen Entwicklungsplane denkbar.

Fasst man nun das über die Linse Gesagte zusammen, so ergibt sich Folgendes: Das Organ hat sich in normaler Art angelegt. Die Entwicklung geht bis zu den höheren Embryonalstadien hinauf in der gewöhnlichen Weise vor sich, höchstens könnte es sich vielleicht um ein etwas langsameres Tempo handeln, doch fehlen davon Spuren, die keiner anderen Deutung fähig wären. Gegen Ende des Embryonallebens frühestens, spätestens kurze Zeit nach der Geburt, kommt es nun zu einer Entwicklungshemmung, die aber hier, ebensowenig wie für die übrigen wichtigeren Partieen des Auges, sofort in absoluter Sistirung, sondern zunächst nur in einer Verzögerung, einer Verlangsamung besteht. Damit macht sich dann auch ein Nachlass in der strikten Einhaltung des bisher ziemlich genau befolgten Entwicklungsplanes geltend. Der Zeitpunkt, an welchem die Hemmung sich zuerst bemerklich machte, ist ein verschiedener, daher wurde die eine Linse in mehr, die andere in weniger fortgeschrittener Ausbildung davon betroffen. Auch die verlangsamte Weiterentwicklung dauert beim einen Exemplar längere, beim anderen kürzere Zeit an; die Entwicklungsenergie ist bald grösser, bald geringer, daher vermag die eine Linse der typischen Vollendung näher zu kommen, also z. B. in der Umbildung der Zellen in Fasern weiter fortzuschreiten, als die andere. Daneben macht sich das Bestreben geltend, nach der ersten Hemmung, trotz der ungünstigen Bedingungen, noch ein möglichst funktionsfähiges Organ zu schaffen und zwar, wo dies nach dem gewöhnlichen Entwicklungsplane sich nicht mehr bewerkstelligen liess, nöthigenfalls auch unter ziemlich bedeutendem Abweichen von diesem. Durch das Zusammenwirken aller der angeführten Momente kam im Maulwurfsauge dann eine Linse zu Stande, die im Allgemeinen nicht allzusehr vom gewöhnlichen Typus abweicht.

Iris und Ciliarkörper.

Die Iris zeigt embryonale Spuren nur in dem Ausbildungsgrade ihres chorioidealen Blattes. Dieses ist häufig gegen die Linse hin sehr weit vorgewachsen, oft, wie bei Betrachtung der letzteren gezeigt wurde, bis zur aktiven Beeinflussung derselben in der Bildung ihrer Gestalt. In anderen Fällen wieder ist die

Chorioidea nur wenig über den alten Augenbecherrand hinausgerückt. Es macht sich bezüglich der Iris eben der Einfluss der Entwicklungshemmung geltend, und zwar scheint diese zu einer Zeit eingetreten zu sein, wo der chorioideale Theil der Regenbogenhaut im Begriffe war, den typischen Pupillarrand zu bilden. Bei dem einen Individuum war sie dabei schon weiter gekommen, als beim anderen. Da ihr Vorwachsen nicht im ganzen Umkreise der Pupille gleichmässig vor sich gieng, sondern z. B. dorsal meist rascher erfolgte, als ventral, so blieb dann die Iris in dem einen Theile des Auges von der Erreichung ihres Zieles (Berührung der Linse) weiter entfernt, als in einem anderen.

Weiterhin mag auch noch auf embryonales Verhalten der Umstand hinweisen, dass auch da, wo die Chorioidea schon weit über den Augenbecherrand hinausgewachsen ist, die Grenze zwischen diesem und jener mesodermalen Verlängerung sich meist noch sehr deutlich bemerkbar macht. Es mag dies daher kommen, dass nach der Hemmung alle Energie auf Weiterwachsthum verwendet und die Ausgleichung derartiger Gegensätze als unwichtiger vernachlässigt wurde.

Ein Zeichen der Hemmung liegt auch darin, dass die bindegewebige Iris nächst der Pupille in einigen Fällen mehr, in anderen weniger stark pigmentirt ist. In diesen hatte eben die vollständige Hemmung früher stattgefunden, als in jenen, so dass das Pigment nicht mehr soviel Zeit hatte, sich in ihnen auszubreiten.

Weiterhin wurde durch früheres Eintreten der Hemmung, wie in der übrigen Chorioidea, so auch in ihren der Iris angehörenden Theilen, in vielen Fällen die Vollendung der Zwischenmembran verhindert.

Im Allgemeinen machen sich in der Iris also die Spuren der Entwicklungshemmung in Punkten geltend, die für ihren inneren Ausbau in Betracht kommen, ein Umstand, der den Eintritt jenes Ereignisses in eine sehr späte Zeit der Entwicklung verweist. Derselbe kann jedenfalls erst nach der Geburt erfolgt sein, da von der im Auge des erwachsenen Thieres stets vorhandenen Vorlagerung des chorioidealen Blattes auf keiner embryonalen Stufe noch eine Spur zu entdecken ist.

Der Ciliarkörper zeigt normalen Bau. In seinen Dimensionen ist er jedoch zurückgeblieben. Es handelt sich dabei um eine Entwicklungshemmung, die bei der engen Beziehung, in welcher Ciliarkörper und Linse funktionell zu einander stehen, für ersteren zur selben Zeit eingetreten sein dürfte, wie für letztere. Damit stimmt auch die in Bezug auf Umfang, d. h. ungefähre Faserzahl, geringe Ausbildung des Ciliarmuskels überein.

In seltenen Fällen ist der Ciliarkörper dann aber auch in der Entwicklung noch mehr zurückgeblieben, und zwar ohne dass in diesen Fällen immer eine gleichzeitige geringere Entwicklung der Linse zu constatiren sein müsste, ein Verhalten, das sich mit dem Verlassen des strengen Entwicklungsplanes erklärt. Ein solches pflegt ja gerade in Bezug auf die nicht in erster Linie wesentlichen Theile des Auges immer wieder sich geltend zu machen.

Pigmentepithel.

Das Pigmentepithel verhält sich ebenfalls ganz ungemein schwankend in Stärke und Bau, soweit letzterer eben erkennbar ist. Das Verhältniss seiner Dicke zur Augentiefe variirt zwischen 1 : 21,51 und 1 : 124,7, wobei die letztgenannten Verhältnisszahlen sich auf, nach dem Entwicklungsgrade der übrigen Augentheile höchststehende Exemplare beziehen, während dagegen das erstere Verhältniss sich keineswegs etwa bei dem niedersten Auge findet. Im Grossen und Ganzen lässt sich aber doch die Regel als durchgeführt erkennen, dass einem grossen und höher entwickelten Auge ein dünneres Pigmentepithel entspricht, freilich ohne dass ein festes Zahlenverhältniss dieser beiden Grössen zu einander zu constatiren wäre.

Auch der Grad der Pigmentirung, wobei jedoch lediglich die relative Masse des vorhandenen Pigments, nicht etwa die Anordnung desselben in den einzelnen Zellen in Betracht gezogen ist, zeigt, dass das Pigmentepithel in dem einen Auge auf höherer, im anderen auf niedrigerer Entwicklungsstufe von der Hemmung überrascht worden sein muss. Das Pigmentepithel ist dabei jedoch immer weiter ausgebildet, als beim fortgeschrittensten Embryo, die Hemmung also frühestens während, in anderen Fällen längere oder kürzere Zeit nach der Geburt eingetreten.

Dasselbe Verhalten zeigen auch die Fortsätze der Pigmentepithelzellen gegen die Retina hin, sowohl was Anzahl, als was Stärke und Länge betrifft. Ein bestimmtes, immer wiederkehrendes Zahlenverhältniss in Bezug auf letztere, verglichen mit Augentiefe oder auch mit Dicke der Pigmentepithelzellen, besteht freilich auch hier nicht, immerhin ist aber unverkennbar, dass eine hohe Entwicklungsstufe dieser Fortsätze im Allgemeinen auch einem sonst hoch entwickelten Auge, wenigstens einer fortgeschritteneren Retina entspricht.

Auch fürs Pigmentepithel muss eine Entwicklungshemmung eingetreten sein, und zwar erst nach der Geburt, da beim erwachsenen Thiere die Zellfortsätze, so gering sie auch gelegentlich ausgebildet sein mögen, doch immer bedeutender sind, als beim Embryo. Die Hemmung traf das Pigmentepithel aber auch auf einer Stufe, die sogar für dasselbe Auge nicht allenthalben dieselbe zu sein braucht. Kommen doch Pigmentlamellen vor, bei welchen z. B. die ventrale Hälfte durchweg kürzere, schwächere, und auch an Zahl gegenüber den dorsalen Partieen zurückstehende Zellfortsätze aufweist. Da auch bei Embryonen, die von einer Hemmung entschieden nicht betroffen worden waren, sehr häufig die Zellfortsätze der ventralen Partieen des Pigmentepithels geringer entwickelt sind, als diejenigen der dorsalen, so ist klar, dass man dieses ungleiche Verhalten im Auge des erwachsenen nicht, oder doch nicht ausschliesslich auf eingerissene Planlosigkeit zurückführen darf, sondern, wie gesagt, durch verschieden hohen Entwicklungsgrad bei Eintreten der Hemmung erklären muss.

Retina.

Das Stärkenverhältniss zwischen Retinadicke im Augenhintergrund und Augentiefe ist schon während des embryonalen Lebens ein schwankendes; es lässt sich indessen doch, von Ausnahmen abgesehen, noch eine annähernde Gesetzmässigkeit, ausgedrückt durch die Zahlen 1 : 5, erkennen. Ganz unmöglich ist dies aber für die Retina des erwachsenen Thieres, von der man nur sagen kann, dass sie im Augenhintergrund, verglichen mit der Augentiefe, stets dünner ist, als während der embryonalen Periode. Nur in einzelnen Fällen ergaben sich ähnliche Dimensionen (1 : 4,87), während im anderen Extreme sich das Verhältniss auf 1 : 8,7 stellte.

Eine Vergleichung mit der Thierlänge ergiebt fast dasselbe Resultat. Im Verlaufe der embryonalen Entwicklung wird die Netzhaut immer dünner, ein Process, der beim erwachsenen Thiere eine ganz bedeutende Beschleunigung erfährt. Stellt sich nemlich Retinadicke, verglichen mit Thierlänge, bei den grössten der untersuchten Embryonen meistens etwa auf 1 : 291,4, so schwankt dieses Verhältniss bei den erwachsenen Thieren zwischen 1 : 766 und 1 : 1267, wobei nur insofern eine gewisse Regelmässigkeit herrscht, als die Augen, die das letztgenannte Verhältniss erkennen lassen, oder demselben nahe kommen, so häufig sind, dass man fast sagen könnte, sie stellen die Regel, die Augen mit verhältnissmässig dickerer Retina die Ausnahme dar, die freilich auch recht häufig vorkommt.

Diejenigen Maulwurfsnetzhäute, die, vergleicht man sie nun mit Augentiefe oder Thierlänge, eine geringe Mächtigkeit im Augenhintergrunde besitzen, sind aber, freilich nicht ausnahmslos, in ihrem Bau relativ hoch entwickelt. Man darf demnach aus grösserer Stärke der Retina im Allgemeinen den Schluss auf ein mehr embryonales Verhalten ziehen.

Die Netzhaut des erwachsenen Maulwurfs nimmt nun gegen vorn hin, d. h vom Augenhintergrunde bis zur Irisgrenze, stetig an Stärke ab, jedoch bei den einzelnen Thieren nicht im selben Maasse. Es ergibt z. B. in der Mehrzahl der Fälle die Vergleichung der Retinadicke in der Augenaxe mit derjenigen an der Irisgrenze die Werthe 1,37 : 1, ein Verhältniss, das sich aber in anderen Fällen auf 1,596 : 1 bei besonders starker, auf 1,104 : 1 bei besonders geringer Abnahme stellen kann.

Beim Embryo zeigt ein Vergleich der Retinastärken an den beiden Stellen, dass auf den niederen und mittleren Entwicklungsstufen die Verdünnung vom Hintergrunde nach dem Augenbecherrande, resp. der Iris hin eine viel bedeutendere ist, während die höheren Stadien sich den Verhältnissen beim Erwachsenen immer mehr nähern. Die höchsten Embryonen gehen hierin sogar noch einen Schritt weiter, als das erwachsene Thier in den meisten Fällen, und ist dann die Retina im Augenhintergrunde kaum oder gar nicht stärker, als nahe der Iris. Es kommt dies dadurch zu Stande, dass dem Embryo eine gewisse, im Auge des erwachsenen Thieres auf den Augenhintergrund und dessen nächste Umgebung beschränkte Retinaschicht, noch ganz fehlt. Das Vorhandensein derselben hat für das erwachsene Thier natürlich dann die Folge einer einseitigen Verstärkung der Partieen des Augenhintergrundes gegenüber denjenigen der Irisgrenze.

Eine Vergleichung der Retinadicke am proximalen Rande der Iris mit der Augentiefe zeigt eine, gewissen Schwankungen unterworfene, aber immerhin mit steigender Embryonalentwicklung ganz unverkennbare Zunahme der Netzhaut in jener Gegend. Dieselbe Vergleichung ergibt im Augenhintergrunde, wie schon gesagt, ein im Grossen und Ganzen constantes Verhältniss. Es geht also auch hieraus das Bestreben hervor, im Laufe der Entwicklung die Retina an ihrer Irisgrenze der Stärke im Augenhintergrunde mehr und mehr nahe zu bringen, ein Ziel, das bei den ältesten Embryonen nahezu, wenn nicht vollständig, erreicht wird.

Fürs erwachsene Thier ergibt die Vergleichung mit der Augentiefe dieselben Resultate, wie die Vergleichung mit den Partieen des Augenhintergrundes, nemlich eine ziemliche Abnahme der Retina gegen ihre Irisgrenze hin.

Im Grade dieser relativen Verdünnung beim erwachsenen Thiere treten nun aber individuelle Verschiedenheiten auf, die sich wieder aus der verschiedenen Entwicklungsstufe erklären, auf welcher das betreffende Auge von der Hemmung berührt wurde. Da der Unterschied zwischen den beiden Retinapartieen durch die späte Neubildung einer Schicht veranlasst wird, so kann das Auge, welches früher gehemmt wurde, also jene Schicht noch in geringerer Ausbildung besessen hat, keine so bedeutende Differenz jener beiden Retinamaasse aufweisen, als ein später gehemmtes, wo jene Schicht länger Zeit hatte, sich weiterzuentwickeln. Die Betrachtung der einzelnen Augen zeigt, dass dem in der That so ist.

Die innere Körnerschicht des erwachsenen Maulwurfes besitzt an der Irisgrenze, absolut betrachtet, dieselbe Mächtigkeit, wie im Augenhintergrunde. Da aber die Gesammtretina gegen die Iris hin abnimmt, so ist der Antheil, den die innere Körnerschicht am Aufbau hat, nahe der Iris ein grösserer, als in den proximalen Partieen der Netzhaut. Es verhält sich die Stärke der inneren Körnerschicht zu derjenigen der Gesammtretina dort wie 1 : 3,1, hier wie 1 : 4,21. Ein solches Verhältniss tritt bei der Mehrzahl der Maulwürfe zu Tage, gelegentlich ergeben sich aber, und zwar in sonst weniger entwickelten Augen, etwas andere Zahlen, z. B. 1 : 2,93 und 1 : 3,6; oder 1 : 3,04 und 1 : 3,88. Immer lässt sich jedoch erkennen, dass die innere Körnerschicht in ihren der Iris benachbarten Partieen im Vergleiche zur Retinadicke stärker ist, als im Augenhintergrund.

Schon im embryonalen Leben zeigt sich diese Verdickung der inneren Körnerschicht gegen die Irisgrenze hin, im Vergleiche zur jeweiligen Retinastärke und zwar bei kleineren Embryonen in höherem Grade, als bei grösseren. In jenen Netzhäuten erwachsener Thiere, die in ihrem sonstigen Bau niedriger stehen, lässt sich in Bezug auf die innere Körnerschicht ebenfalls erkennen, dass diese, verglichen mit der Gesammtstärke der Netzhaut, an der Irisgrenze erheblich mächtiger ist, als im höher entwickelten Maulwurfsauge, und dass ihre relative Zunahme gegenüber dem Augenhintergrunde hier ebenfalls eine bedeutendere ist. Diese Netzhäute documentiren sich also auch dadurch als auf niedrigerer Entwicklungsstufe stehend. Es lässt sich hier wieder unschwer die individuelle Verschiedenheit mit der Verschiedenheit des Zeitpunktes, an welchem die Entwicklungshemmung eingetreten sein muss, erklären.

Der feinere Bau zeigt verschiedene Merkmale, die erkennen lassen, dass die innere Körnerschicht von Talpa nicht fertig entwickelt worden ist. Es muss also eine Hemmung eingetreten sein. Für eine solche sprechen zunächst die mannigfachen Übergangsformen zwischen einfachen Körnerzellen und Ganglienzellen, weiterhin der Umstand, dass die Reihen der letzteren in den meisten Fällen sehr wenig geschlossen, sehr lückenhaft sind. Ferner begreift sich so die Anwesenheit von fast unveränderten Körnerzellen, die in die Reihen der Ganglienzellen hineingeschoben erscheinen, was sich ganz besonders im Gebiete der inneren Ganglienzellen zeigt. Ausserdem wäre embryonales Verhalten noch in dem lockeren Bau der gesammten Schicht, sowie in dem ganz unregelmässigen Verlaufe der Axen der ellipsoidischen Körnerzellen zu erblicken. Alle diese Momente finden sich in jeder der untersuchten inneren Körnerschichten, doch in der einen in höherem, in der anderen in geringerem Maasse. Man darf jedoch hieraus nicht ohne Weiteres einen Schluss auf den Zeitpunkt der Hemmung, also den Ausbildungsgrad der betr. Schicht ziehen wollen, also z. B. nicht annehmen, dass eine solche mit regelmässiger angeordneten inneren Körnerzellen, mit geschlossener auftretenden Ganglienzellenlagen etc. eine höhere Entwicklungsstufe repräsentire, also später gehemmt worden sei. Es muss vielmehr bedacht werden, dass die Entwicklung vor der Hemmung nicht eine gleichmässig dahinschreitende war, sondern sich sozusagen etappenweise, unter Abwechslung von Perioden regeren und verringerten Wachsthums vollzog. Wurde nun die Hemmung abgeschlossen, als z. B. die innere Körnerschicht sich in einer Periode gesteigerter Weiterentwicklung befand, so werden sich in ihr viel mehr Übergangsformen finden, als wenn die Hemmung früher vollendet, die innere Körnerschicht somit in einer Ruheperiode überrascht worden wäre, in welcher die Elemente in der Mehrzahl ihrer definitiven Form sich bereits mehr genähert hatten.

Mit Sicherheit kann man also nur das constatiren, dass sich in Bezug auf die innere Körnerschicht des Maulwurfsauges eine Hemmung geltend gemacht hat, und dass dieselbe in eine sehr späte Zeit der Entwicklung fallen muss, was durch die Stärkenverhältnisse, das Auftreten gewisser Zelltypen bei allen Individuen und andere Merkmale zum Ausdruck kommt. Einen Schluss auf den genaueren Zeitpunkt jener Hemmung lässt der Zustand der inneren Körnerschicht nicht zu, und gilt dies in gleichem Maasse für alle übrigen Netzhautschichten.

Die Granulosa externa ist im Augenhintergrunde absolut etwas stärker, als in ihren dem distalen Augenpole mehr genäherten Partieen; das Verhältniss beträgt in Extrem 1,6 : 1. Es zeigt sich dann auch, dass die Schicht im Augenhintergrund einen grösseren Antheil am Aufbau der Retina nimmt, als in der Irisnähe, dass die Granulosa externa im Augenhintergrunde also auch relativ mächtiger ist. Es kommen jedoch daneben Fälle vor, in welchen die Granulosa externa, absolut und relativ, nahe dem distalen Augenpole stärker ist, als im Augenhintergrund.

Die Granulosa externa legt sich, wie gezeigt wurde, sehr spät, erst nach der Geburt, an; auch bei den fortgeschrittensten Embryonen finden sich allerhöchstens ganz geringfügige Andeutungen davon. Sie entsteht dadurch, dass innere und äussere Körnerschicht sich etwas von einander entfernen. So bildet sich ein zellfreier Raum, welcher von der Zwischensubstanz, sowie den sehr reichlichen Verzweigungen der Müllerschen Fasern eingenommen wird. Es geht nun zwar die erste Bildung der Schicht vom Augenhintergrunde aus und schreitet ziemlich rasch gegen den Augenbecherrand hin vor. Die Entwicklung der Stützfasern verfolgt aber den entgegengesetzten Weg, und man findet gelegentlich auch beim erwachsenen Maulwurf Augen, in welchen das Stützsystem in den Partieen des Augenhintergrundes (noch) erheblich geringer entwickelt ist. In solchen Fällen ist dann auch die Verästelung der Müllerschen Fasern in dem Gebiete zwischen der inneren und der äusseren Körnerschicht des Augenhintergrundes noch viel weniger weitgehend und, da diese Verzweigungen zum Aufbau der Schicht sehr wesentlich beitragen, diese demgemäss hier schwächer, als in den Gegenden nahe dem Irisrande, wo die Müllerschen Fasern und deren Verzweigungen bereits einen höheren Ausbildungsgrad erreicht haben.

Bei dem individuell zu verschiedener Zeit erfolgenden Eintreten und Vollständigwerden der Entwicklungshemmung kann es nun leicht vorkommen, dass die Granulosa externa davon auf einer Stufe überrascht wird, auf welcher die Ausbreitung des Stützsystems noch nicht über die ganze Retina hin eine gleichmässige geworden ist. Die Granulosa externa ist dann also in den Partieen nahe der Irisgrenze, wegen der hier bedeutenderen Entwicklung der Faserverzweigung noch stärker, als im Augenhintergrunde.

In der äusseren Körnerschicht ergibt die Vergleichung der Stärkenverhältnisse im Augenhintergrunde mit denjenigen nahe der Irisgrenze Folgendes: Beim Embryo zeigt die Schicht anfangs im Hintergrunde eine geringere Stärke, als vorn. Sie wächst jedoch dort rascher, als hier weiter, sodass die Schicht bald durchweg gleich dick ist. Beim erwachsenen Thiere tritt dieser Verstärkungsprocess im Augenhintergrunde in erhöhtem Maasse zu Tage, sodass diese Theile der äusseren Körnerschicht dann bedeutend mächtiger sind, als die der Irisgegend. Es kommen Exemplare vor, die hierin noch erheblich weitergekommen sind, als die grosse Mehrzahl. Freilich fehlt es auch nicht an Fällen, in welchen sich embryonales Verhalten darin zeigt, dass die Schicht im Hintergrunde schwächer geblieben ist, als vorn.

Betrachtet man das Verhältniss, in welchem sich die äussere Körnerschicht einerseits im Augenhintergrunde, andrerseits nahe der Iris an der Zusammensetzung der Netzhaut betheiligt, so zeigt sich für den Embryo, dass die Stärke der Schicht im Verlaufe der Entwicklung in fast stetigem relativem Rückgange begriffen ist, und zwar in besonders hohem Grade in der Irisnachbarschaft. Beim erwachsenen Thiere wird die äussere Körnerschicht aber dann wieder viel stärker, wobei die Gegend der Irisgrenze freilich ebenfalls hinter dem Augenhintergrunde zurückbleibt. Diese relative Zunahme der Schicht während oder nach der Geburt ist aber individuell sehr verschieden weitgehend. Neben Augen, in welchen sie etwa das Dreifache der Stärke beim grössten Embryo ausmacht (und dies ist die grosse Mehrzahl), kommen dann auch solche vor, in welchen die äussere Körnerschicht im Augenhintergrunde nicht ganz das Doppelte jener relativen Mächtigkeit gewinnt, während die Partieen nahe der Iris fast keine Zunahme zeigen. Ja es bestehen sogar Fälle, in welchen im Augenhintergrunde so gut, wie gar nichts von jener relativen Verstärkung der Schicht zu bemerken ist.

Alle diese Verschiedenheiten sind zweifellos auf den verschiedenen Grad der Entwicklung zurückzuführen, welchen das Auge im Momente der ersten Hemmung und weiterhin des definitiven Stillstandes erreicht hatte. Es kommt dabei in Betracht der Umstand, dass das Tempo der Entwicklung schon vor der Hemmung ein individuell etwas verschiedenes gewesen sein mag, dann aber vor Allem, dass die erste Störung sich für das eine Thier früher, für das andere später geltend gemacht hat, und endlich, dass zwischen der ersten Hemmung und der vollständigen Lähmung aller Entwicklung eine Periode stark verlangsamter Weiterbildung von individuell verschiedener Dauer gelegen haben muss.

Was den feineren Bau der äusseren Körnerschicht betrifft, so sind die Körnerzellen hinsichtlich Zahl und Anordnung in den einzelnen Netzhäuten ungemein verschieden. Bald treten sie nur ganz spärlich auf, bald sind sie in grosser Menge vorhanden. Bald finden sie sich in die Sehzellenschicht einerseits, die Schicht der Zwischenganglienzellen andrerseits in mehr oder weniger Exemplaren hineingeschoben, bald sind diese Theile der Schicht wieder ganz frei von ihnen. Bald verläuft ihre lange Axe fast durchweg senkrecht zur Oberfläche der Retina, bald fehlt in dieser Beziehung jede Regelmässigkeit. Diese grosse Ungleichheit ist, wie schon für die innere Körnerschicht gezeigt wurde, verursacht durch den Umstand, dass die äussere Körnerschicht einmal während einer Periode rascherer Weiterentwicklung, das andere Mal während einer solchen relativer Ruhe in dieser Hinsicht, von der Hemmung und besonders von der Sistirung betroffen wurde.

Auf dieselbe Weise erklärt sich die Anwesenheit so sehr verschieden gestalteter Sehzellen, sowohl in den verschiedenen Netzhäuten, als auch in einer und derselben. Auch hierbei zeigt sich deutlich, dass eine Hemmung eingetreten ist, ehe die Sehzellenschicht eine normale Ausbildung hat erlangen können.

In jeder Maulwurfsretina stellen nun die Sehzellen, von der höchstmöglichen Ausbildung abwärts, alle Entwicklungsstufen dar. Es existirt jedoch dabei eine untere Grenze, indem die niederste Stufe der Sehzellenentwicklung durch den Typus der niedrigen Kuppelzelle dargestellt wird. Noch geringer ausgebildete Sehelemente kommen beim erwachsenen Maulwurfe nicht vor. Auch jene Kuppelzellen finden sich nicht in allen Netzhäuten, sondern nur in einem, allerdings grossen Theile derselben. Wo sie fehlen, dürfte der Grund hiefür eben wieder darin liegen, dass die betreffende äussere Körnerschicht zur Zeit der Hemmung sich am Ende einer jener Perioden relativer Ruhe befand, während welcher eine Neubildung von Sehelementen durch Umwandlung von Körnerzellen nicht stattfindet, die Entwicklung vielmehr auf Weiterdifferenzirung der vorhandenen sich beschränkt. Während dieser Periode und fernerhin während des Zeitraumes, in welchem nach der ersten Störung die Entwicklung noch weitergieng, hatten dann die jüngsten Sehelemente eine Stufe erreicht, die über diejenige der flachen Kuppel bereits hinauslag. Neubildungen waren, wie sich dies ja immer wieder findet, nach der ersten Störung so gut, wie ganz unterblieben, infolgedessen konnte die Sehzellenschicht nach endlich eingetretenem vollkommenem Stillstand auch keine jener niedrigen Formen von Sehzellen mehr aufweisen. Es erklärt sich so die Thatsache, dass die niedrigsten Stadien der beim erwachsenen Maulwurfe sich findenden Sehzellen häufig bei Thieren vorkommen, die in anderen Beziehungen unstreitig ein relativ sehr hoch entwickeltes Sehorgan besitzen, während sie andrerseits bei solchen fehlen können, deren Auge eine zweifellos tiefere Stufe einnimmt.

Darauf, dass auch die höchstentwickelten Sehzellen im Auge von Talpa nicht nur, was ihre Anzahl, sondern auch, was Dimensionen und innere Differenzirung betrifft, von der typischen Vollendung noch weit entfernt sind — was natürlich in erster Linie mit embryonalem Verhalten sich erklärt — wurde bereits mehrfach hingewiesen. Die Hemmung erfolgte eben jedenfalls, ehe ein Ausgleich durch Nachrücken der später angelegten Sehzellen auf die Stufe der ältesten erfolgen konnte, und zwar zu einer Zeit, wo auch diese noch nicht den fürs Sängerauge typischen Grad der Vollendung erlangt hatten. Die Verschiedenheit der Zahlenverhältnisse zwischen höchstentwickelten und niedriger stehenden Sehzellen erklärt sich mit der verschiedenen Entwicklungsstufe, auf welcher für die einzelnen Netzhäute Hemmung und Sistirung erfolgte.

Über die eingeschobenen Ganglienzellen, sowie die Zwischenganglienzellen ist an dieser Stelle nichts hinzuzufügen. Ihre wechselnde Form und verschiedenartige Anordnung erklärt sich ebenfalls aus dem verschiedenen Grade der Ausbildung, welchen die Schicht bei Eintritt der Hemmung etc. erreicht hatte, wobei aber ebenfalls wieder die Bildungsperiode in Betracht kommt, in welcher sich die Elemente gerade befunden haben.

Als ein allen Netzhäuten gemeinsames embryonales Merkmal mag noch angeführt sein der Umstand, dass sämmtliche Elemente der Maulwurfsretina im Vergleich zu normalen Sehorganen weniger zahlreich vorhanden, daher viel weniger gedrängt angeordnet sind, also auch die äussere Körnerschicht ein viel lockereres Gefüge zeigt.

Individuell sehr schwankend sind auch die Grössenverhältnisse der Granulosa interna. In der Mehrzahl der Fälle verhält sich zwar ihre Dicke zu derjenigen der Gesammtretina im Augenhintergrunde etwa wie 1 : 5,6, doch tritt die Schicht gelegentlich auch erheblich stärker auf, sodass obige Vergleichung die Zahlen 1 : 3,5, ja 1 : 2,7 ergeben kann. Es verbietet sich indessen, aus den Stärkenverhältnissen der Granulosa interna bei den einzelnen Exemplaren weitere Schlüsse ziehen zu wollen, da sich jene nur in den seltensten Fällen mit Genauigkeit feststellen lassen. Besitzt ja doch die Schicht meist gar keine scharfe distale Grenze. Es ist vielmehr bei der sehr unregelmässigen Anordnung der Opticusganglienschicht und der Ähnlichkeit ihrer Elemente mit den in der Granulosa interna ihr zunächst gelegenen Reserveopticusganglienzellen meist geradezu unmöglich, zu erkennen, wo die Granulosa aufhört und die Opticusganglienschicht anfängt.

Die schwankende Form, Grösse, Menge und Anordnung der Reserveopticusganglienzellen, das reichlichere oder spärlichere Auftreten der Vergrösserungszellen, ev. deren vollständiges Fehlen etc. erklärt sich hier wieder, genau in derselben Weise, wie die individuellen Verschiedenheiten in den anderen Retinaschichten, mit der Ungleichheit des Zeitpunktes von Hemmung und Sistirung und der Verschiedenheit der Bildungsperiode zur Zeit des Eintrittes jener Ereignisse.

Dasselbe gilt für das individuelle Schwanken der Opticusganglienschicht in Bezug auf ihre relative Stärke. Dabei kommt aber, wie für die Granulosa interna, wieder der Umstand in Betracht, dass sich, aus den für diese Schicht bereits bezeichneten Gründen, ein genaues Maass hier meist nicht aufstellen lässt. Es macht dabei ja einen grossen Unterschied aus, ob die Opticusganglienschicht zur Zeit, wo die Entwicklung eingestellt wurde, in einer Periode der Ruhe oder der regeren Weiterbildung sich befand, ob sie also ganz aus wohlentwickelten Ganglienzellen bestand, oder ob die zu ihrer Vergrösserung herangezogenen Reserveelemente noch von der Vollendung etwas entfernt, daher auch noch nicht sämmtlich in die Schicht selbst eingerückt, sondern ganz oder zum Theil in der Granulosa interna liegen geblieben waren. Im letzteren Falle hatten also die neugebildeten Ganglienzellen die ihnen als solchen zukommende Stelle noch nicht einnehmen können. Es wäre dies in der darauffolgenden Periode relativer Ruhe nachgeholt worden, eine Periode, deren Eintritt aber durch die Sistirung verhindert worden ist.

Ebenso erklärt sich das individuelle Schwanken in der Zahl und Grösse der Opticusganglienzellen.

Die Opticusfaserschicht richtet sich in ihrem Ausbildungsgrade vollständig nach demjenigen der Opticusganglienschicht. Maasse lassen sich nicht angeben, da die Schicht weder von der letztgenannten, noch von der sich distal anschliessenden Tunica vasculosa Retinae getrennt werden kann.

Betrachtet man nun die Stärke der inneren Retinaschichten (Granulosa interna, Opticusganglienschicht, Opticusfaserschicht und Tunica vasculosa) zusammengenommen, da dies, wie gesagt, im Einzelnen nicht möglich ist, so zeigt sich zunächst, dass dieselben im Augenhintergrund ihre grösste Mächtigkeit haben und gegen den distalen Augenpol hin allmählich, jedoch auch in den extremsten Fällen nicht sehr bedeutend, abnehmen. Die Verdünnung ist bei den auf etwas niedrigerer Stufe stehen gebliebenen Augen eine etwas weitergehende, als bei den höher entwickelten, was damit zu erklären ist, dass die Tunica vasculosa bei jenen noch nicht in derselben Stärke sich bis auf die der Irisgrenze genäherten Partieen der Retina ausgebreitet hat, wie bei diesen.

Das Verhältniss, in welchem die inneren Retinaschichten zum Aufbau der Netzhaut beitragen, ist in der überwiegenden Mehrzahl der Maulwurfsaugen für den Hintergrund etwa dasselbe, wie für die Partieen nahe der Iris, d. h., wie am proximalen Rande der Theil II näher beschriebenen „Übergangszone.“ Es kommen jedoch auch Fälle vor, in welchen der Antheil der inneren Schichten in jenen distalen Partieen nicht unerheblich geringer ist, als im Augenhintergrunde. Es sind dann ebenfalls wieder stets die am geringsten entwickelten Augen diejenigen, welche ein solches Verhalten zeigen, das sich durch die in den Partieen nahe der Übergangszone geringere Entwicklung der Tunica vasculosa genügend erklärt.

Das retinale Stützsystem ist im Augenhintergrund entschieden geringer entwickelt, als bei normalen Sehorganen, und auch, als in den dem distalen Pole mehr genäherten Partieen derselben Maulwurfsretina. Die Fasern ziehen sich zwar, hier, wie dort, in derselben Weise und vollständig gestreckt quer durch die Netzhaut, sind aber weniger zahlreich, das Gerüste ist also kein so enges, wie normal. Da, wie gezeigt wurde, das Stützsystem sich von den Augenbecherrändern her entwickelt und in der Retina erst allmählich proximalwärts fortschreitet, so erklärt sich seine geringe Entwicklung im Augenhintergrunde bei Talpa damit, dass die Hemmung vollständig geworden ist, ehe die Vollendung des Systems überall gleichmässig erreicht war. Das letzte Stadium in der Ausbildung der Müller'schen Fasern, die innere Differenzirung der sog. „dreieckigen Füsschen,“ fehlt im Maulwurfsauge überhaupt, höchstens findet sich gelegentlich, und zwar, wie zu erwarten, nur in den vom Hintergrund entfernteren Fasern, in denselben peripherisch eine leichte Verdichtung des Protoplasma, da eben die Hemmung vor der endgiltigen Ausarbeitung dieser Theile eingetreten und abgeschlossen worden ist.

Die Stützzellen sind auffallend spärlich vertreten, kommen überhaupt nur im Gebiete der äusseren Körnerschicht vor und auch da lange nicht in der Anzahl, wie in normalen Augen. Es gilt dies für die gesammte Retina, wenn auch für die Partieen des Augenhintergrundes in erhöhtem Maasse. Beim Embryo, abgesehen von den ältesten Stadien, ist diese Erscheinung, wenn überhaupt zu constatiren, doch jedenfalls lange nicht so auffallend. Vielleicht erklärt sich dies daraus, dass nach Eintritt, aber vor Abschluss der Hemmung auch hier wieder mit allen noch verfügbaren Mitteln ein möglichst hoher Grad der Netzhautausbildung erstrebt wurde. Es beruht nun die Grössenzunahme der Retina zum Theil auf der Vermehrung ihrer Grundsubstanz, diese aber wird vorwiegend durch Umbildung von zelligen Elementen bewirkt, und zwar betheiligen sich im normalen Auge hieran sowohl nervöse, als bindegewebige. Da nun im Maulwurfsauge nach Auftreten des Materialmangels die nervösen Zellen vorwiegend für andere Zwecke in Anspruch genommen werden mussten, so wurden die für die Funktionsfähigkeit der Retina doch erst in zweiter Linie in Betracht kommenden Stützzellen in grösserer Anzahl zur Vermehrung der Grundsubstanz herbeigezogen, konnten also nach der Sistirung hier nicht mehr in der Masse vorhanden sein, wie in normalen Netzhäuten, eine Thatsache, die im Hintergrunde des Maulwurfsauges, wo ja die Stützelemente ohnehin seltener sind, natürlich in erhöhtem Maasse zum Ausdruck kommen musste.

Zur Flächenausbreitung der einzelnen Retinaschichten ist Folgendes zu bemerken: Schon in Theil I wurde ausgeführt, dass die Differenzirung der Netzhaut in ihre Lagen, die Umbildung der einfachen Körnerzellen in Ganglien- und Sehzellen stets vom Hintergrunde des Auges ausgeht und gegen den Becherrand hin fortschreitet. Die Vergrösserung der Retinafläche jedoch, also das horizontale Wachsthum, geschieht durch Neubildung von Körnerzellen und zwar erfolgt diese stets fast ausschliesslich in den Gegenden der Irisgrenze, also bei jungen Stadien nahe dem Augenbecherrande, bei älteren und dem erwachsenen Thiere in jener Übergangszone, der Ora serrata, oder doch wenigstens in deren nächster Nachbarschaft.

Es differenziren sich somit die Sehzellen zunächst im Augenhintergrunde; dann dehnt sich dieser Process immer weiter auf die dem Becherrande näher gelegenen Körnerzellen des proximalen Netzhautrandes aus, während zugleich die früher angelegten des Augenhintergrundes sich weiter fortbilden und zwar unter Abwechslung jener des öfteren geschilderten Perioden regeren und stagnirenden Wachsthums. Bis zur Geburt hat sich die Bildung der Sehzellen längst auf die gesammte Retina ausgedehnt. Die vollständige Differenzirung von Stäbchen und Zapfen ist zu dieser Zeit im normalen Säugethierauge vollendet, oder wird es wenigstens nun binnen kurzem. Für's Maulwurfsauge kommt nun aber die Hemmung in Betracht. Dadurch wurde zunächst der Process der Sehzellbildung bedeutend verlangsamt Infolgedessen konnten sich nicht alle Anlagen von solchen vollkommen ausdifferenziren, wurden daher nachdem endlich die Hemmung zu einem Aufhören aller Entwicklung geführt hatte, dadurch, je näher der Irisgrenze, in desto unfertigerem Zustande, gleichsam fixirt.

Die Verschiedenheiten unter den einzelnen Augen entstehen auch in dieser Hinsicht infolge des verschiedenen Grades der Ausbildung, welchen die eintretende und abschliessende Entwicklungshemmung vorfand.

Ganz dasselbe, wie für die Sehzellen, gilt auch für die horizontale Ausbreitung der verschiedenen Ganglienzellanlagen bezüglich der Anzahl ihrer Elemente und des Maasses, in welchem ihre Entwicklung aus Körnerzellen vorgeschritten ist. Doch muss zur Beurtheilung des jeweils sich ergebenden Bildes immer wieder der Umstand in Rechnung gezogen werden, dass die Ausbildung sich gleichsam ruckweise, mit dem Wechsel jener öfters beschriebenen Perioden verschiedener Entwicklungsintensität, vollzieht.

Ein kurzer Rückblick auf das über die Maulwurfsnetzhaut Gesagte gibt von ihrer Entwicklung folgendes Bild:

Sie hat sich zunächst normal angelegt und weitergebildet. Ob dabei vielleicht das Tempo von vornherein ein etwas langsameres war, als typisch, lässt sich nicht entscheiden, doch ist dies nicht unwahrscheinlich. Es trat dann eine Hemmung in der Entwicklung ein, und zwar ist der Zeitpunkt für deren erstes Auftreten ein individuell verschiedener. Er liegt jedenfalls nicht weiter zurück, als auf der Stufe der ältesten Embryonen, und fällt sicher nie später, als bald nach erfolgter Geburt; in der Mehrzahl der Fälle dürfte er mit dieser gleichzeitig sein.

Durch die Hemmung wurde die Retina auf bald höherer, bald niedrigerer Ausbildungsstufe betroffen, in keinem Falle war sie jedoch schon zur vollkommenen Ausbildung gelangt. Nach dem ersten Eintreten der Hemmung folgte dann eine Periode von ebenfalls individuell verschiedener Dauer, während welcher die Entwicklung noch weiter ging, jedoch mit wesentlich verminderter Energie. Dieselbe liess mehr und mehr nach und hörte dann endlich ganz auf.

Während dieser Periode erfolgte eine Neubildung von Sehzellen und Ganglienzellen durch Umwandlung von Körnerzellen, wenn überhaupt, nur noch in sehr beschränktem Maasse: hauptsächlich zeigte sich nun das Bestreben, durch Ausarbeitung der bereits angelegten, durch Herstellung regelmässigerer Anordnung etc. der Netzhaut einen möglichst hohen Grad von Vollendung zu schaffen, was unter Umständen sogar mit Abgehen von dem typischen, festen Entwicklungsplan d. h. unter Vernachlässigung, stellenweise sogar unter Aufbrauchung unwesentlicherer Theile zu Gunsten der wichtigeren erreicht wurde. Bis zur Verwischung aller embryonalen Spuren in der Differenzirung und Anordnung der Elemente — sodass also die Hemmung allein durch die geringere Anzahl der letzteren sich bemerklich machte — reichte indessen das noch übrige Maass von Entwicklungsenergie nicht entfernt mehr aus: die Netzhaut wurde in dem sich geltend machenden Nivellirungsbestreben vielmehr vor dessen Abschluss durch den Eintritt der definitiven Sistirung aller Weiterentwicklung überrascht und gleichsam fixirt.

Opticus.

Der Nervus opticus hat in allen Fällen im Auge des ausgebildeten Maulwurfs eine im Verhältniss zur Augenhöhe geringere Stärke, als bei den höchstentwickelten Embryonen. Der Grund ist ausschliesslich darin zu suchen, dass beim erwachsenen Thiere der Sehnerv eine viel straffere Schichtung, einen gestreckteren Verlauf seiner Fasern besitzt, als im embryonalen Auge.

Auch für den Opticus machen sich indessen wieder starke individuelle Schwankungen hinsichtlich seiner Stärkenverhältnisse geltend. Beim Embryo sind solche fast niemals zu constatiren, jedenfalls sind sie niemals bedeutend; umsomehr aber beim erwachsenen Thiere. So schwankt hier das Verhältniss zwischen Decke des intraretinalen Opticus und Netzhautstärke im Augenhintergrunde zwischen 1 : 11,77 und 1 : 17,17, Zahlen, die allerdings die selten vorkommenden Extreme darstellen. In der grossen Mehrzahl der Fälle stellt sich das Verhältniss auf 1 : 13,14. Der Grund der Verschiedenheit liegt auch hiefür wieder darin, dass die Entwicklungshemmung auf die Opticusganglienschicht, von welcher ja die Stärke des Opticus hauptsächlich abhängt, sich nicht für alle Fälle in demselben Zeitpunkte geltend gemacht hat, sondern jene Schicht einmal in weniger, das andere Mal in mehr fortgeschrittenem Zustand überrascht hat. Ungewöhnliche relative Stärke wäre jedoch in den meisten Fällen nicht durch besonders weit gediehene Entwicklung des Sehnerven zu erklären, sondern stellt im Gegentheil geradezu eine niedrigere Stufe dar, auf welcher es zu einer engegedrängten, straffen Anordnung der Opticusfasern noch nicht gekommen ist, diese vielmehr noch ziemlich unregelmässig, locker angeordnet sind, und auch noch einen keineswegs sehr gestreckten Verlauf zeigen.

Während seines Verlaufes durch Chorioidea und Sclera wird der Sehnerv dann fast ausnahmslos etwas dünner, als innerhalb der Netzhaut. Diese hat ja ein relativ lockeres Gefüge und wirkt auf den Opticus lange nicht in dem Grade einengend, wie dies die festere Chorioidea, und besonders die starre

Sclera thun, durch welche der Sehnerv sich gewissermaassen mit grösserer Anstrengung hindurchdrängen muss, als durch die Retina.

Extrabulbal wird der Sehnerv dann wieder stärker, da ja die Pressung in dem Umfange, wie die beiden äusseren Augenhäute sie ausüben, nun wieder weggefallen ist. Diese Dickenzunahme ist freilich individuell sehr verschieden. Es macht sich dabei der Zeitpunkt, in welchem die Entwicklungshemmung eingetreten ist, in hohem Maasse geltend, doch weniger insofern, als bei einem spät gehemmten Auge in den Sehnerven aus der Retina mehr Fasern haben gelangen können, bei einem frühe gehemmten weniger, sondern vielmehr wegen der verschiedenen Beschaffenheit der Opticusscheiden.

Die erste Anlage derselben steht mit dem Verhalten des Sehnerven selbst in keinem ursächlichen Zusammenhang, ist vielmehr auf den Druck zurückzuführen, den der Augenblasenstiel auf das ihn umgebende lockere Bindegewebe ausübte, resp. den Widerstand, den er dem Andrängen des letzteren entgegensetzte. Sie fällt also in eine Zeit, zu welcher von einem Sehnerven noch gar nicht gesprochen werden konnte, da entweder im Augenblasenstil noch gar keine Nervenfasern vorhanden waren, oder doch, was wahrscheinlicher, das Hereinwachsen derselben noch nicht in erheblichem Maasse stattgefunden hatte. Nach der ersten Anlage entwickeln sich nun aber die Opticusscheiden typisch nur sehr langsam weiter, es muss daher beim Maulwurfe sehr ins Gewicht fallen, wann die Entwicklungshemmung vollständig geworden ist, da die Scheiden von diesem Ereigniss jedenfalls vor ihrer Vollendung betroffen werden. Ist es spät eingetreten, so hat das Bindegewebe der Opticusumgebung Zeit gehabt, die Scheiden zu einem höheren Grade von Differenzirung zu bringen, wodurch auch eine bedeutendere Festigkeit derselben erreicht worden ist. Die Nervenfasern werden dann durch die Scheiden einen Druck erleiden, der ihnen engere Schichtung und einen viel gestreckteren Verlauf verleiht, als dies in einem früher gehemmten Auge der Fall sein kann, wo die weniger entwickelten, daher unregelmässiger gebauten und nachgiebigeren Scheidenanlagen eine solche Wirkung nur in viel geringerem Maasse ausüben.

Auf der anderen Seite freilich werden sich in einem Auge, welches der Hemmung später unterlegen ist, viel mehr Nervenfasern haben entwickeln und den Opticus verstärken können, doch fällt dieses Moment entschieden weniger ins Gewicht: für die Gestaltung der Stärkenverhältnisse des extrabulbalen Opticus ist in erster Linie die Art seines Baues — lockerer oder fester geschichtet — maassgebend.

Schon aus dem Gesagten geht hervor, dass die Opticusscheiden beim erwachsenen Maulwurf ziemlich verschieden weit ausgebildet sein können. Sie zeigen jedoch stets einen relativ hohen Entwicklungsgrad, obgleich sie zur Zeit des Hemmungseintrittes noch ziemlich tief gestanden haben. Sie konnten sich nun aber nach diesem Moment zweifellos noch lange weiterdifferenziren, da ja hierzu ein ziemlich geringes Maass von Entwicklungsenergie, und wohl gar keine Materialzufuhr erforderlich war.

Die erste Anlage der Scheiden erfolgte, wie schon gesagt, durch den Druck des umgebenden Bindegewebes auf den Augenblasenstiel und den Gegendruck des letzteren, die Weiterbildung, nach dessen Zerfall, geschah unter dem Einflusse des Druckes, den der wachsende Sehnerv auf das Bindegewebe der Umgebung ausübte. Dass der Gegendruck, oder wenigstens der Widerstand des letzteren dann wieder auf die Anordnung der Nervenfasern bestimmend eingewirkt hat, wurde ebenfalls gezeigt.

Nach der Hemmung hörte das weitere Anwachsen des Sehnerven durch Fasermehrung rasch auf. Die fernere Differenzirung der Scheiden vollzog sich dann lediglich noch durch den Druck, mit welchem das Bindegewebe der weiteren Umgebung sie gegen den Sehnerven hindrängte. Da diese mechanische Einwirkung aber nur noch eine ganz geringfügige war, und ein activer Gegendruck seitens des Sehnerven aufgehört hatte, so konnte ihr Einfluss auch nur noch in unbedeutendem Maasse sich geltend machen: jedenfalls war er nicht im Stande, die Scheiden zu dem typischen Grade der Entwicklung zu bringen. Das frühere, oder spätere Aufhören des Gegendruckes durch den wachsenden Opticus bestimmte also in letzter Linie den verschiedenen Grad in der Vollendung der Opticusscheiden.

Ergebnisse.

Die Betrachtung der verschiedenen Sehorgane, die in den beiden ersten Theilen vorliegender Arbeit behandelt wurden, hat zunächst gezeigt, dass man es dabei mit Augen zu thun hat, die in Bau und Entwicklungsgang mannigfach von dem gewöhnlichen Typus abweichen. Eine Ausnahme macht dabei nur das Auge des erwachsenen Petromyzon Planeri.

Dieses Abgehen von dem Plane, dem das normale Wirbelthierauge sonst folgt, besteht nun einestheils darin, dass das sogenannte rudimentäre Auge von dem Höhepunkte der normalen Entwicklung sich entfernt hält, und zwar immer tiefer steht, als dieses, also niemals etwa über jenen hinaus eine besonders hohe Ausbildung erhalten hat. Andrerseits besitzen die hierhergehörigen Sehorgane dann aber zuweilen besondere Einrichtungen, die sie in Berücksichtigung oder in Einwirkung der nun einmal für sie maassgebenden eigenartigen Verhältnisse erworben haben.

Von diesen Neuanpassungen wird weiter unten die Rede sein. Weit häufiger tritt die Erscheinung auf, dass das Auge lediglich auf einer niedrigeren Stufe steht, als normal. Es erhebt sich dann die Frage: hat es einen höheren Standpunkt überhaupt nie erreicht, oder war es einmal höher entwickelt, ist aber in der Folge wieder gesunken? Es handelt sich also mit anderen Worten darum, ob die „rudimentären“ Augen von einer Entwicklungshemmung betroffen oder rückgebildet sind.

Nach der in den vorhergegangenen Kapiteln niedergelegten Deutung meiner Befunde stellt sich mir nun die Stammesentwicklung der hier in Betracht kommenden Sehorgane folgendermaassen dar:

Die Ahnen der Thiere lebten unter normalen Verhältnissen, d. h. der Lichtstrahl wirkte uneingeschränkt auf sie und sie hatten demgemäss zu dessen Perception einen entsprechenden Apparat, das Sehorgan entwickelt resp. zu entwickeln begonnen. Nun trat eine Änderung in den Existenzbedingungen in der Art ein, dass die Thiere in Umstände geriethen, unter welchen der Einfluss des Lichtes mehr oder weniger ausgeschlossen war. Die ersten in diesen Verhältnissen lebenden Generationen werden dabei ihre für uneingeschränkte Lichtempfindung eingerichteten Sehorgane behalten haben, ohne sie indessen jetzt mehr im vollen Umfange verwerthen zu können. Infolge dessen bildeten sich dann im Verlaufe der Artentwicklung andere Apparate aus, um das in seiner Bedeutung zurückgetretene Auge zu ersetzen. So wurde in erster Linie der Tastsinn herangezogen (Myxine, Siphonops), doch mag in anderen Fällen auch eine Verstärkung des Gehörsinnes (sicher bei Talpa, vielleicht bei Typhlichthys) eingetreten sein.

Das Auge war nun für seine ihm noch gebliebenen Funktionen gleichsam unnöthig hoch entwickelt.

Es trat daher ein Process der Rückbildung ein, der freilich nicht mehr in allen Fällen nachweisbar ist, aber stets nur wenig weitgehend gewesen sein dürfte. Viel wirksamer wurde das Auge mit den nunmehr herrschenden Verhältnissen dadurch allmählich in Übereinstimmung gebracht, dass jede folgende Generation ihr Sehorgan immer weniger weit ausbildete, bis endlich eine solche auftrat, in welcher dasselbe für das, was es zu leisten hatte, gerade noch ausreichte. War dieser Zustand erreicht, die Anpassung der Art an die neuen Existenzbedingungen also durchgeführt, so brachte in der Folge jede weitere Generation das Organ immer wieder auf den nemlichen Ausbildungsgrad — so lange die Bedingungen dieselben blieben.

Es ist nun denkbar, dass sich die Umstände, unter welchen das Thier lebte, abermals geändert haben können.

Wird dadurch der Einfluss des Lichtes noch mehr zurückgedrängt, so wird sich der geschilderte Process wiederholen, bis eben endlich wieder eine Generation auftritt, bei welcher der Ausbildungsgrad des Auges den an dasselbe gestellten Anforderungen gerade noch entspricht.

Vollständiger Lichtmangel endlich wird dann die Wirkung haben müssen, dass schliesslich das, nunmehr vollständig bedeutungslos gewordene Sehorgan gar nicht mehr erst zur Anlage kommt. Obgleich nun unter den von mir untersuchten Wirbelthieren solche sind, die in absoluter Dunkelheit leben, (Typhlichthys), so geht doch keinem derselben ein Sehorgan vollkommen ab. Es muss ja dabei bedacht werden, dass zum Vollzug des geschilderten Processes ganz bedeutende Zeiträume erforderlich sind: für die in völliger Nacht lebenden amerikanischen Höhlenfische kann dann eben dieser Umstand noch nicht lange genug in Wirksamkeit gewesen sein, um den gänzlichen Verlust des Auges herbeizuführen, ein Zustand, der neben gewissen Wirbelthieren, hinsichtlich deren die Sache aber noch zweifelhaft scheint, z. B. von einigen Krebsen bereits erreicht worden ist.

Man hat es also bei den „rudimentären" Augen mit einer im Verlauf der Artentwicklung eintretenden Verkümmerung zu thun, die man im Allgemeinen als Rückbildung bezeichnen mag, wenn man dabei nur festhält, dass diese nichts anderes ist, als das Resultat einer langen Reihe von Hemmungen, die bei den einander folgenden Generationen in immer früherer Zeit der ontogenetischen Entwicklung, auf immer niedrigerer Stufe der Ausbildung des einzelnen Auges, eingetreten sind.

Dass neben dieser Hemmung freilich in den meisten Fällen auch in der Ontogenie wirkliche Rückbildungen eintreten, zeigt sich bei Betrachtung der verschiedenen Thiere sehr deutlich.

Das Individuum entwickelt sein Auge zunächst nach dem für die Wirbelthiere im Allgemeinen giltigen Plane. Zu einer gewissen Zeit aber tritt in der Weiterbildung, sehr deutlich ausgesprochen, eine erhebliche Verlangsamung ein, die in den meisten Fällen mehr und mehr zunimmt und schliesslich zu einem vollständigen Stillstande der Entwicklung des Sehorgans führt. Es ist für letzteres mit anderen Worten zu einer Hemmung gekommen, die nach einer kürzeren, oder längeren Periode immer mehr sich verlangsamender Weiterbildung die Sistirung jeder Entwicklung zur Folge hat.

Das erste Auftreten dieser Erscheinungen fällt in eine Zeit der embryonalen oder postembryonalen Entwicklung, die in der Stammesentwicklung dem Momente entspricht, in dem die neuen äusseren Verhältnisse eingetreten sind, d. h. wo ein Lichtmangel sich geltend gemacht hat. Dieser wirkte ja zunächst auf das Auge der Art noch nicht verändernd, es begannen sich aber allmählich die für das Leben unter den neuen Existenzbedingungen nöthigen anderweitigen Einrichtungen anzulegen, oder, soweit sie schon vorhanden waren, höher auszubilden. Dies geschah grossentheils auf Kosten der bis dahin für das Auge allein zur Verfügung gewesenen Entwicklungsenergie. Es konnte dasselbe, wie gezeigt wurde, dann infolge dieses Verlustes bei den kommenden Generationen nicht mehr die frühere Stufe erreichen, — was ja auch nicht mehr nöthig war.

In der Entwicklung des Individuums spiegeln sich diese Vorgänge ziemlich deutlich ab: Von dem Momente an, wo die zum Ersatze des Sehorgans dienenden Organe mehr in den Vordergrund treten, jenem damit ein gewisses Quantum von Entwicklungsenergie und Bildungsmaterial entziehen, geht die weitere Ausbildung des Auges langsamer von statten, bis sie endlich ganz aufhört.

Die Periode, welche zwischen dem ersten Eintreten der Entwicklungsstörung und der Sistirung liegt, entspricht dem Zeitraum in der phylogenetischen Entwicklung, während dessen die Ausbildung des Auges auf einer von Generation zu Generation immer tieferen Stufe angehalten wird. Die Sistirung der ontogenetischen Augenentwicklung entspricht dem Zeitpunkt in der Stammesentwicklung, wo das Auge seine Anpassung an die neuen Verhältnisse vollendet hat. Wo in der ontogenetischen Entwicklung unverkennbare Rückbildung auftritt, ist dieselbe stets als ein Zeichen aufzufassen, dass jene Vollendung noch nicht erreicht, das Organ noch nicht auf dem Punkte angelangt ist, auf welchem es den Existenzbedingungen gerade noch entspricht.

Als Beispiel*) der ausschliesslichen Wirkung einer Hemmung, nicht also einer Rückbildung, aufs Auge mag hier die Sehzellenschicht von Talpa angeführt sein, die ja beim erwachsenen Thiere stets noch Elemente des verschiedensten Ausbildungsgrades aufweist. Von einer Rückbildung kann hier, wie der blosse Augenschein schon zeigt, nicht die Rede sein.

Weiterhin gehört hierher der Zustand des Glaskörpers in einigen von den betrachteten Sehorganen. Derselbe besteht z. B. bei Myxine fast ausschliesslich aus Bindegewebsmassen; bei Siphonops und Typhlops finden sich von solchen, wenigstens peripherisch, oft noch bedeutende Reste, Erscheinungen, durch welche die Annahme der Rückbildung eines früher etwa vorhandenen, besser ausgebildeten Vitreum unbedingt ausgeschlossen wird.

Als Beispiele eines Rückbildungsprocesses mag andrerseits das Typhlichthysauge in allen seinen Theilen dienen, ferner die Linse und der Glaskörper von Proteus etc.

Das Bedeutsamere im Gestaltungsprocesse der rudimentären Augen ist die Entwicklungshemmung, während die Rückbildung sich immer nur als eine Folge der letzteren darstellt. Phylogenetisch stellt die Rückbildung, da, wo sie auftritt, das Mittel dar, den Zustand des Gehemmtseins zu erreichen; es mus also gesagt werden: die fraglichen Organe sind in der Entwicklung gehemmt, und: sie sind in der Rückbildung begriffen. Hemmung bedeutet einen Zustand, Rückbildung ein Werden. Es ist dabei selbstverständlich, dass unter Hemmung im obigen Sinne stets der Abschluss des ganzen Processes, der Zustand nach der Sistirung, zu verstehen ist.

Die Entwicklungshemmung kommt bei den einzelnen Sehorganen nun aber in verschiedener Weise zum Ausdruck. Am häufigsten handelt es sich um ein einfaches Stehenbleiben auf einer gewissen, mehr oder weniger niedrigen Stufe, das indessen nur in ganz seltenen Fällen und dann blos für einzelne, unwesentlichere Theile des Organs, plötzlich, meistens ganz allmählich eintritt. Es kommt zunächst zu einer, sehr deutlich erkennbaren Störung in der Entwicklung, infolge welcher jede Vergrösserung des betreffenden Theiles durch Neubildung von Elementen entweder sofort, oder doch in kurzer Zeit eingestellt wird. Die weitere Ausbildung geht dabei aber vorläufig noch fort, d. h. die bereits angelegten Theile des Auges differenziren sich noch eine Zeitlang weiter, soweit, und solange dies die stark verminderte, bald ganz aufhörende Materialzufuhr gestattet. Es zeigt sich dabei, gerade infolge des letzteren Umstandes, deutlich ein mehr und mehr um sich greifendes Nachlassen der Entwicklungsenergie, bis diese schliesslich ganz verbraucht ist. Damit ist es dann zur vollständigen Sistirung jeder Entwicklung des Auges gekommen.

---

*) Hier, wie im Folgenden begnüge ich mich damit, eine Anzahl von Beispielen aus den in den vorhergehenden Kapiteln gemachten Angaben herauszugreifen, lediglich zur Illustration des Gesagten.

Das Aufhören der Weiterbildung tritt aber nicht für alle Theile des Sehorganes zur selben Zeit ein: es werden vielmehr die weniger wichtigen, d. h. die für die Lichtempfindung nicht in erster Linie unerlässlichen, früher in ihrer Entwicklung gestört — verlangsamt — sistirt, als die wesentlicheren. Welche Theile für das Organ am nothwendigsten sind, richtet sich natürlich nach den näheren Umständen, doch ist stets die Retina, der die percipirenden einschliessende Theil des Auges, derjenige, der die grösste Bedeutung besitzt und fällt daher, und damit auch der Sehnerv, in allen Fällen, wo sich eine Reihenfolge überhaupt constatiren lässt, der endgiltigen Hemmung am spätesten anheim. In zweiter Linie kommt für das Sehen dann die Iris in Betracht, d. h. soweit dieselbe zur Herstellung der Pupille dient. Daher entwickelt diese sich, in dem Bestreben, zweckdienliche Form und Dimensionen zu gewinnen, ebenfalls relativ lange weiter. Ihr feinerer Ausbau freilich wird dabei, als unwesentlicher, meist bald eingestellt.

Verhältnissmässig früh zeigen die brechenden Theile den Einfluss der Hemmung und zwar in erster Linie Cornea, humor aqueus, und Glaskörper, weiterhin Linse, da sie für eine Funktionsfähigkeit des Auges eben nicht absolut nothwendig sind.

In den Sehorganen, bei welchen Rückbildungsprocesse auftreten, betreffen diese stets auch zunächst die letztgenannten Theile und erstrecken sich erst später event. auf die anderen. Es wird hiebei genau wieder die Reihenfolge eingehalten, in der sich die erste Störung und schliessliche Sistirung, die ja jeder Rückbildung vorangehen, geltend gemacht haben.

Die letztere besteht in allen Fällen ausschliesslich in einem Zerfalle der Elemente, welche die betreffenden Theile zusammensetzen. Eingeleitet und begleitet wird der Process häufig durch An- und Eindringen von Bindegewebselementen (Typhlichthys, Proteuslinse), die oft eine geradezu sprengende Wirkung auf den betreffenden Augentheil auszuüben scheinen. Das durch jenen Zerfallsprozess freiwerdende Protoplasma wird wohl immer resorbirt, dient also nicht etwa unmittelbar zum Aufbau anderer Partieen des Sehorgans. Es ist daher diese als Folge der Rückbildung eintretende Auflösung wohl zu unterscheiden von dem auch im Laufe normaler Entwicklung vor sich gehenden Zerfallen gewisser zelligen und faserigen Elemente, die mit ihrem dadurch freiwerdenden Protoplasma, resp. durch veränderte Anordnung desselben, dann direkt andere Theile des Auges bilden, oder verstärken (Glaskörpermasse; Grundsubstanz der Retina).

Die Hemmung wirkt jedoch auch noch in anderer, als der oben geschilderten Weise. Beim normalen Sehorgane legen sich nemlich gewisse Theile zunächst relativ gross an und nehmen im Verlaufe der Entwicklung dann allmählich ab. So hat zum Beispiel die Cornea auf niederen Embryonalstufen, verglichen mit der Augentiefe, stets eine viel bedeutendere Mächtigkeit, als auf höheren; ebenso verhält es sich mit der Ophidierbrille, dem Linsenepithel etc. In den „rudimentären" Augen tritt die Abnormität der Entwicklung öfters in der Weise zu Tage, dass die Hemmung diesen normalen Abnahmeprozess beeinflusst und ihn ganz verhindert oder doch beschränkt. Infolgedessen behalten die betreffenden Partieen eine abnorme Mächtigkeit (Brille und Linse von Typhlops, Deckschicht von Proteus, Cornea von Talpa; auch die auffallende Menge von Stützzellen in den proximalen Partieen der Myxineretina dürfte unter diesen Gesichtspunkt fallen).

Das Gesagte gilt im Grossen und Ganzen auch für Ammocoetes, nur mit dem, allerdings schwerwiegenden Unterschiede, dass hier auf die Periode verlangsamter Entwicklung keine Sistirung folgt, sondern im Gegentheil in der Metamorphose eine Epoche sehr bedeutend gesteigerter Weiterbildung eintritt.

Wie bereits bemerkt wurde, zeigen aber die „rudimentären" Augen, neben den Erscheinungen der Hemmung und Rückbildung, in der Form von Neuanpassungen auch positive Eigenthümlichkeiten. Im Grunde beruhen ja alle ihre Abnormitäten auf Anpassung; im engeren Sinne aber mögen hier damit Einrichtungen bezeichnet werden, die sich secundär nothwendig gemacht haben, eben mit Rücksicht auf die eingetretenen Modificationen des Sehorgans in Bau und Entwicklung. Sie dienen also gewissermassen zur Korrektur des abnormen Zustandes.

So erklärt sich z. B. das Streben des Myxineauges, seine Lage zu verändern, um, in Ermangelung von Iris und Pupille, dem Lichtstrahl durch die Öffnung der foetalen Augenspalte einen geeigneten Weg zu der Netzhaut zu bieten. Weiterhin gehört hierher der praecorneale Hohlraum bei Siphonops, sowie der diesen distal abschliessende starke Bindegewebspfropf, Apparate, die ohne Zweifel für die anders, als normal gestalteten percipirenden Partieen des Auges nun auch anders, und zwar natürlich zweckdienlich, gestaltete brechende Organe darstellen.

Als drittes Beispiel unter vielen mag noch die Lidspalte von Talpa hier angeführt sein. Dieselbe ist noch in der Anpassung begriffen, und zwar handelt es sich für sie darum, durch Verwachsung (wohl zu unterscheiden von der embryonalen Verstopfung!) der Lider einen Apparat zu schaffen, der einerseits dem Auge einen erhöhten Schutz gegen Fremdkörper gewährt, andrerseits aber, ganz wie der Zapfen bei Siphonops, dazu bestimmt sein mag, dem, infolge Aenderung der percipirenden Theile sich geltend machenden Bedürfnis nach entsprechender Aenderung der Brechungsverhältnisse Rechnung zu tragen. Denselben Zwecken dient der Lidmuskelapparat, sowie das Polster, das die Orbitalhöhle von Talpa zum grössten Theile ausfüllt.

Als eine besondere Art von Anpassungsthätigkeit stellt sich das Streben des Auges dar, nach Eintritt der Hemmung noch einen möglichst hohen Grad von Vollendung zu erreichen. Soweit es sich dabei einfach um ein verlangsamtes Weiterbilden handelt, liegt hierin allerdings nichts Auffallendes, und wurde darüber ja schon oben gesprochen. Sehr häufig aber weichen die betreffenden Theile des Auges dabei von dem gewöhnlichen Entwicklungsplan ab. Es werden nach Maassgabe der äusseren Verhältnisse, denen das Organ noch zu genügen hat, und der noch vorhandenen Mittel Einrichtungen geschaffen, wenn möglich, durch Ausbau schon angelegter typischer Apparate. Waren aber solche gar nicht, oder nur auf so niedriger Entwicklungsstufe vorhanden, dass zu ihrer ordnungsmässigen Ausarbeitung das vorhandene Material nicht auszureichen vermochte, so bildete das Auge oft auch besondere Veranstaltungen zum Ersatz und auf Kosten jener aus. Beispiele mögen das Gesagte deutlicher machen.

Ein Apparat, der kein Verlassen des Entwicklungsplanes erfordert, sondern nur durch Veränderung des Entwicklungstempo zu Stande kommt, ist die „Retina A“ des Ammocoetes. Sie wird hergestellt lediglich dadurch, dass für einen Abschnitt der Netzhaut die abnorme Verlangsamung in der Entwicklung aufgegeben, die normale Geschwindigkeit wieder hergestellt wird. Der hervorgerufene Mehrverbrauch von Entwicklungsenergie, dem das Auge in Anbetracht der Hemmung nicht zu genügen vermag, wird dadurch gedeckt, dass die Neubildung von Elementen vollständig unterbleibt, alle Kraft auf höhere Ausbildung, auf feinere Differenzirung verwendet wird. Dass es sich hiebei um ein Provisorium handelt, das nach Wiedereintritt normaler äusserer Verhältnisse wieder in Wegfall kommt, ist für die hier in Betracht kommende Frage gleichgiltig.

Am Deutlichsten zeigt sich das Streben des Sehorgans, rasch zur Funktionsfähigkeit zu gelangen, in der Art, wie bei den am frühesten gehemmten der „rudimentären“ Augen sich die nervöse Verbindung mit dem Gehirne herstellt. Es reichten die verfügbaren Mittel, z. B. bei Typhlichthys, Myxine, in geringerem Maasse auch bei Proteus, nicht mehr aus, die typische Opticusfaserschicht zu bilden. Das Auge sollte aber gewisse, wenn auch sehr beschränkte Dienste leisten (auch für Typhlichthys muss im Laufe der Stammesentwicklung eine solche Periode ja entschieden angenommen werden). Daher schlugen die Hauptfortsätze der Opticusganglienzellen nun eben den direktesten Weg nach der Stelle hin ein, wo sie zum Sehnerven sich zusammenfinden, also der Gegend, wo Augenblase und Augenblasenstiel in einander übergehen.

Zum Theil mag auf derartige Bestrebungen auch das Bild zurückzuführen sein, das die Opticusganglienschicht des erwachsenen Maulwurfes in vielen Fällen darbietet. Es sind hier nemlich die Zellen nicht in einer einzigen, sondern in zwei bis drei, freilich sehr unregelmässigen Lagen, angeordnet, was sich, wie gesagt aber nur zum Theil, daraus erklärt, dass nach Eintritt der Hemmungswirkung und trotz dieser, der Sehnerv einen möglichst hohen Grad von Vollendung hat erlangen sollen. Daher entwickelten zahlreiche Reserveopticusganglienzellen, die ihren typischen Platz noch lange nicht erreicht hatten, bereits Opticusfasern zur Verstärkung des Nerven. Freilich ist hierin ausserdem noch der Einfluss der Thatsache zu sehen, dass auch im Verlaufe normaler Entwicklung in den Perioden reger Weiterbildung eine Anzahl von Reserveopticusganglienzellen bereits zur Aussendung von Fasern zu kommen pflegen. Bei Talpa wurden dieselben dann von der Sistirung überrascht, ehe sie dazu gelangen konnten, sich in die Opticusganglienschicht einzurangiren und damit endgiltig zu Opticusganglienzellen zu werden. In wie weit nun hier das eine, und in wie weit das andere Moment bestimmend wirkte, lässt sich nicht entscheiden. Dass aber beide in Rechnung zu bringen sind, geht schon aus der oft sehr grossen Anzahl dieser Zellen hervor, die viel zu bedeutend ist, als dass sie sich mit dem Einfluss jenes gleichsam etappenmässigen Wachsthums allein erklären liesse.

Oft hat auch das retinale Stützsystem unter dem Einflusse jenes Strebens nach Vollendung seine Gestaltung erhalten. Dasselbe hat nemlich in vielen Fällen, z. B. bei Typhlops, zwar die gesammte Retina durchsetzt, seine Fasern sind aber viel weniger zahlreich, als typisch, das ganze Gerüste viel lockerer, da eben nach der Hemmung zunächst die Tendenz herrschte, einen vollständigen Apparat zu schaffen, wenn derselbe auch, in Anbetracht der geringeren Mittel, nicht die sonst wohl wünschenswerthe Stärke und Festigkeit erhalten konnte.

Ein scheinbarer Widerspruch liegt, auf den ersten Blick, in dem Verhalten der Linse von Siphonops einer- und von Typhlops andererseits. Während nemlich dort das Bestreben zu Tage tritt, nach Wirksamwerden der Hemmung dieses Organ auf Kosten seines feineren Baues möglichst gross herzustellen, macht sich hier die Tendenz geltend, eine möglichst normal gebaute Linse zu schaffen, wenn auch unter nothgedrungenem Verzicht auf die typische Grösse. Es löst sich indessen dieser Widerspruch sehr einfach, wenn man bedenkt, dass die Linse bei Siphonops sich nach dem Plane des Amphibienauges entwickelt hat, wo sie ja für eine ganz anders gebaute Netzhaut ein brechendes Organ darstellt, als dies bei Typhlops der Fall, bei dem das Schema der Reptilienlinse möglichst einzuhalten war, das einer sehr verschieden gebauten Retina zu entsprechen hat. Im einen Falle mögen also dis Dimensionen, im anderen der feinere Bau das Wichtigere gewesen sein.

In allen Fällen kommt aber der erstrebte Erfolg zu Stande durch höhere Differenzirung schon vor dem ersten Eintreten der Hemmung vorhandener Elemente, niemals mehr durch Bildung neuer auf dem Wege der Zelltheilung.

Voraussetzung für das geschilderte Streben nach möglichster Vollendung ist in allen Fällen, dass von dem Auge noch wenigstens ein, wenn auch noch so geringer Grad von Arbeitsleistung gefordert wird. Sobald das Organ oder Theile desselben ganz ausser Funktion treten, hört für dasselbe, respektiv jene Theile, auch die Weiterbildung völlig auf. Zeigen sich bei einem fraglos ganz funktionslosen Auge Spuren jenes Strebens (Opticus von Typhlichthys), so dürfte aus diesem Umstande für die Stammesentwicklung der Schluss zu ziehen sein, dass die Art nicht plötzlich, sondern allmählich in die jede Thätigkeit des Sehorgans ausschliessenden Verhältnisse gekommen ist, dass also eine Periode existirt haben muss, in welcher eine beschränkte Funktionsfähigkeit des Auges ein solches Arrangement berechtigt oder vielmehr hervorgerufen hat. Die dadurch entstandenen Apparate müssen uns beim erwachsenen Thiere dann unter allen Umständen in der Rückbildung begriffen entgegentreten, wie dies ja z. B. beim Sehnerven von Typhlichthys unstreitig der Fall ist.

Kommt nun schon in den eben geschilderten Verhältnissen eine Störung des Entwicklungsplanes zum Ausdrucke, so zeigt sich eine solche auch sonst noch in manchen Punkten, ohne dass deren direkte Ursachen nachzuweisen wären. Die ganze Ausbildung ist eben infolge der verringerten Materialzufuhr, des Nachlassens der Entwicklungsenergie ins Schwanken gerathen; es macht sich eine gewisse Zerfahrenheit, eine Art von Selbstständigkeit in der Entwicklung, wenigstens für einzelne Partieen von secundärer Bedeutung, geltend. Dahin gehört das individuelle Schwanken der Bulbusform, besonders bei Talpa und Proteus, sowie der Umstand, dass gelegentlich eine Maulwurfslinse sich fast ausschliesslich aus Zellen aufbaut, die über die ersten Anfänge einer Umbildung in Fasern nicht hinausgekommen sind. Auch das Auftreten abnorm grosser Zellen im Pigmentepitheltheile der Proteusiris, und die bald höhere, bald geringere Entwicklung des Ciliarkörpers von Talpa — ganz ohne Rücksicht auf den Zustand von Iris und Linse — dürften hierdurch eine Erklärung finden.

Es treten nun aber auch Fälle auf, in welchen Theile der „rudimentären" Augen, nicht nur nach der Hemmung, also nachdem die sonstige Entwicklung des Sehorganes bedeutend verlangsamt worden war, sondern sogar noch nach der Sistirung, also nachdem dieselbe sonst vollkommen aufgehört hatte, sich weiterbildeten. Um eine principielle Ausnahme, dass also für diese Partieen allein Materialzufuhr noch weiter stattfinden würde, handelt es sich dabei indessen nicht, wie ja auch jene Weiterbildung nie etwa in einem Wachsthum, d. h. Grössenzunahme, sondern stets ausschliesslich in einer regelmässigeren Anordnung, feineren Differenzirung besteht. Ausnahmslos erfolgen diese unter der direkten, mechanischen Einwirkung benachbarter Gewebstheile. So gewinnt z. B. die Sclera von Typhlychthys noch lange nach der Sistirung immer mehr an Festigkeit und straffer Lagerung ihrer Fibrillen: augenscheinlich lediglich infolge des Druckes, den die Bindegewebsmassen der Augenumgebung auf sie ausüben.

Ebenso verhält es sich mit der Linsenkapsel von Proteus, die sich, nach Abschluss aller Linsenentwicklung, noch eine Zeitlang weiterdifferenzirt, dann freilich auch der Rückbildung anheimfällt

Die feinere Ausbildung der Augenkapsel von Talpa ist von vorn herein zum grossen Theil dem Drucke zu verdanken, der von den Geweben der Bulbusumgebung ausging und durch den Gegendruck des wachsenden Augapfels in seiner Wirkung noch gesteigert wurde. Nachdem dann die Weiterentwicklung des Auges aufgehört hatte, gieng diejenige von Sclera und Chorioidea unter dem Einfluss der Pressung durch jenes Gewebe noch weiter.

Ganz dasselbe, wie für die Augenkapsel, gilt in dieser Beziehung auch für die Opticusscheiden von Talpa.

Diese Weiterbildung, die man im engeren Sinne als eine „mechanische" bezeichnen könnte, ist also von den sonstigen Entwicklungsverhältnissen des Auges, besonders vom Eintreten der Hemmung und Sistirung nur bis zu einem gewissen Grade, und stets nur indirekt abhängig.

Alle hier betrachteten Sehorgane besitzen das Gemeinsame, dass ihr Ausbildungsgrad beim erwachsenen Thiere ein individuell sehr verschiedener ist. Diese Erscheinung hat nun ohne Zweifel zwei Gründe, die zusammen gewirkt haben. Einmal muss nemlich der Zeitpunkt im Verlauf der Entwicklung, an welchem die Hemmung zuerst sich geltend machte, ein verschiedener gewesen sein, und dann ist auch wohl ohne Frage das Maass der Entwicklungsenergie, nach der ersten Störung, ein ungleiches gewesen, d. h. die Periode verlangsamter Weiterentwicklung zwischen Hemmung und Sistirung hat nicht bei allen Individuen die gleiche Dauer gehabt.

Da nun die Hemmung bei den meisten der hier in Betracht kommenden Augen ontogenetisch schon auf einer Stufe eingetreten ist, auf welcher es sich noch nicht um direkten Einfluss der äusseren Verhältnisse handeln konnte, muss der Grund für jene Thatsache in der Stammesentwicklung gesucht werden.

Hier treten aber nun wieder zwei Möglichkeiten zu Tage. Entweder kam die Art mit einem Male in die neuen Verhältnisse, in welchen sie dann blieb, oder aber der Wechsel der Existenzbedingungen vollzog sich in Übergängen. Im ersten Falle ist anzunehmen, dass ein ganz erheblicher Theil der Individuen und ihre nächsten Nachkommen sich, infolge aller möglichen uncontrollirbaren Zufälligkeiten, an die neuen Verhältnisse langsamer anpassten, den alten Entwicklungsplan also länger festhielten, als andere, freilich ohne dass dieser Unterschied so bedeutend sein dürfte, dass sie infolgedessen einen erheblich ungünstigeren Kampf ums Dasein hätten führen und deshalb zu Grunde gehen müssen.

Im zweiten Falle wirkten einerseits die eben angeführten Ursachen, andrerseits kam aber noch hinzu, dass ein Theil der Art früher in die extremsten Verhältnisse gerieth, als ein anderer, der noch länger auf einer der Vorstufen zurückgehalten gewesen sein mag*.

Alle diese Momente, einzeln oder zusammenwirkend, kamen dann bei dem Theile, der länger am alten Plane festgehalten hatte, ontogenetisch in Gestalt später eintretender Hemmung und Sistirung, sowie längerer Dauer des zwischen beiden liegenden Zeitraumes zum Ausdrucke.

---

* Man denke z. B. an eine Höhle, deren dem Eingang näher gelegene Theile noch nicht das absolute Dunkel aufwiesen, wie die Partieen ihres Hintergrundes. Ein Theil der Individuen kann dann früher in die vollkommen finsteren Gegenden gerathen sein, — ohne dass ihm ein Rückweg übrig blieb —, als die übrigen, die erst nach längerer Zeit — activ oder passiv — nachfolgten.

Eine gelegentlich schon vor dem Zeitpunkte der deutlich ausgesprochenen ersten Hemmung bemerkliche abnorme Langsamkeit des Entwicklungstempos wäre als eine Art von Vorhemmung aufzufassen, indem nemlich die Verhältnisse, welche eine Hemmung herbeiführen mussten, in geringerem Grade schon früher wirksam waren, aber erst nach einiger Zeit so mächtig wurden, dass dadurch dann eine deutlich abgesetzte Periode in der Entwicklung sich markirte.

Welches sind nun aber die Verhältnisse, die zu allen diesen Abnormitäten in der Entwicklung und damit im Bau der „rudimentären“ Augen geführt haben?

Eine Beantwortung dieser Frage wurde schon im Vorstehenden an mehreren Stellen gestreift, doch mag das Gesagte zum Schlusse noch einmal zusammengefasst werden.

Phylogenetisch betrachtet kamen die hier behandelten Arten natürlich auf sehr verschiedenen Entwicklungsstufen in die veränderten äusseren Verhältnisse. Diese Veränderung bestand vorwiegend in mehr oder weniger vollständigem Abschluss der Beleuchtung. Das Sehorgan konnte daher nicht mehr oder doch nicht in dem für das Thier wünschenswerthen Maasse dienen. Es machte sich das Bedürfniss nach einem Ersatze dieses Ausfalles geltend. Ein solcher wurde geschaffen durch hervorragende Ausbildung anderer Sinne, deren Organe für die vermehrten Anforderungen weiter ausgebildet und wohl auch feiner differenzirt wurden; auch legten sich neue Organe mit ihren Hilfsapparaten an. Dazu war aber ein Mehraufwand an Bildungsmaterial erforderlich, das zum grossen Theile auf Kosten des Auges gewonnen, diesem also entzogen wurde. Letzteres war daher für seine eigene Weiterentwicklung auf erheblich beschränkte Mittel angewiesen.

Eine Folge davon war die Verlangsamung in der weiteren Ausbildung des Organs und, wenn jene Verhältnisse andauerten oder grösseren Umfang annahmen, die Sistirung der letzteren mit allen den Erscheinungen, die sich, wie gezeigt wurde, hieran anschlossen.

Aber nicht nur in Form von Materialentziehung und Minderung der Entwicklungsenergie machte sich die Anlage oder die höhere Ausbildung vicariirender Sinnesorgane geltend. Vielfach wirkten diese und ihre Hilfsorgane auch direkt mechanisch hemmend auf das Auge, sei es, dass ihm dadurch der Raum, den es zu seiner normalen Entwicklung gebraucht hätte, weggenommen wurde (Myxine), sei es, dass Gewebstheile, die zur normalen Ausbildung des Auges hätten herangezogen werden müssen, durch jene Hilfsapparate von ihm abgedrängt wurden (Myxine, Typhlops, vielleicht auch Proteus und Talpa).

Auch kommt es vor, dass Hilfsorgane des Auges in den Dienst des zum Ersatz dienenden Sinnes gestellt wurden (Orbitaldrüse von Siphonops); oder es verloren solche Apparate, in Befolgung des Princips der Sparsamkeit, weil für das Auge in seiner nunmehrigen Form überflüssig, ihre Beziehung zu diesem Sinnesorgane und wurden ganz aufgegeben, gelangten daher zur Rückbildung (Harder'sche und Thränendrüse von Talpa), oder sie wurden zu anderweitigen Verrichtungen umgebildet (Harder'sche Drüse und Thränenwege von Typhlops).

Für die in vorliegender Arbeit behandelten Augen besteht also die Rudimentarität in Entwicklungshemmung, wenn und soweit das Organ oder Theile desselben noch zu funktioniren haben, in Rückbildung, wenn und soweit das Organ oder Theile desselben vollständig ausser Funktion getreten sind.

Rückbildung tritt ausnahmslos nur nach vorhergegangener Hemmung ein.

Der Grund, und direkter oder indirekter Anlass zum Eintreten der Entwicklungshemmung ist Lichtmangel.

* * *

Druck von A. Bonz' Erben in Stuttgart.

BIBLIOTHECA ZOOLOGICA.

Original-Abhandlungen
aus
dem Gesammtgebiete der Zoologie.

Herausgegeben
von

Dr. Rud. Leuckart in **Leipzig** und **Dr. Carl Chun** in **Breslau**.

Heft 15.

Deutschlands freilebende Süsswasser-Copepoden.

II. Teil: Harpacticidae.

Von **Dr. Otto Schmeil.**

Mit 8 Tafeln und 2 Figuren im Text.

Stuttgart.
Verlag von Erwin Nägele.
1893.

Deutschlands
freilebende
Süsswasser-Copepoden.

Bearbeitet

von

Dr. Otto Schmeil.

II. Teil: Harpacticidae.

Mit 8 Tafeln und 2 Figuren im Text.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1893.

Druck von A. Bonz' Erben in Stuttgart.

II. Teil:

Harpacticidae.

Bemerkung über die beiden im Faunengebiete vertretenen Subfamilien der Harpacticiden.

Sämtliche bisher aus den süssen Gewässern Deutschlands bekannt gewesenen *Harpacticiden*-Formen gehören zu der Subfamilie *Canthocamptinae.* Durch das mir jüngst geglückte Auffinden von *Ectinosoma Edwardsi* in einem Gewässer unseres Faunengebietes ist aber nachgewiesen, dass noch eine zweite Subfamilie, die der *Longipediinae*, in Deutschland vertreten ist. Von einer Charakteristik beider muss hier aus demselben Grunde wie von einer Charakterisierung der Familie der *Harpacticiden*[1]) abgesehen werden. Erwähnt mag hier zum Zwecke leichteren Bestimmens der deutschen Arten nur sein, dass sich beide Subfamilien (abgesehen von vielen anderen Merkmalen) sehr leicht durch den Bau des zweiten Maxillarfusspaares von einander unterscheiden:

A. Jeder Fuss desselben mit einem endständigen Greifhaken . . . .
Subfamilie *Canthocamptinae.*

B. Jeder Fuss desselben ohne einen solchen Greifhaken . . . .
Subfamilie *Longipediinae.*

---

[1]) Vgl. Teil 1. p. 14. Anm. — Eine kurze Diagnose der Familie der *Harpacticiden* findet sich daselbst.

Verzeichnis der in den süssen Gewässern Deutschlands bis jetzt nachgewiesenen Subfamilien, Genera und Arten.[1]

A. Subf. Canthocamptinae Brady.

I. Gen. Canthocamptus Westwood.

1. *Canth. staphylinus* Jurine,
2. „ *minutus* Claus,
3. „ *crassus* Sars,
(3 a. „ *horridus* Fischer,)
4. „ *northumbricus* Brady,
5. „ *trispinosus* Brady,
6. „ *fontinalis* Rehberg,
7. „ *pygmaeus* Sars,
8. „ *Zschokkei* mihi,
9. „ *bidens n. sp.*

II. Gen. Nitocra Boek.

10. *Nit. hibernica* Brady.

III. Gen. Ophiocamptus Mrázek.

11. *Ophioc. Sarsii* Mrázek.

B. Subf. Longipediinae Boek.

IV. Gen. Ectinosoma Boek.

12. *Ectin. Edwardsi* Richard.

---

[1] Dieses Verzeichnis weicht von dem Teil I, p. 10 gegebenen in einigen Punkten ab. Bedingt wird dies durch die Einordnung einiger länger bekannten Species in besondere Gattungen und das mir in jüngster Zeit geglückte Auffinden einiger neuer Arten.

A.

Subfamilie Canthocamptinae Brady.[1]

Die zu dieser Subfamilie gehörigen, bis jetzt in den Binnengewässern von Deutschland aufgefundenen Formen verteilen sich auf die drei Gattungen *Canthocamptus* Westwood, *Ophiocamptus* Mrázek und *Nitocra* Boek. In dem Verzeichnisse der deutschen Süsswasser *Harpacticiden* (Teil I, p. 10) sind alle diese Formen als zum Genus *Canthocamptus* gehörig aufgeführt, weil mir erst spätere, eingehende Untersuchungen gezeigt haben, dass einige derselben generell von dem alten Genus *Canthocamptus* geschieden und in jene beiden anderen Gattungen eingereiht werden müssen. Es betrifft dies die beiden Arten *Canth. gracilis* Poppe, welcher sich als ein Glied des jüngst von Mrázek aufgestellten Genus *Ophiocamptus* ergeben hat, und *Canth. hibernicus* Brady, der zu dem Genus *Nitocra* gestellt werden muss.

Da diese drei Gattungen — wie ja schon ihre Zugehörigkeit zu ein und derselben Subfamilie in sich schliesst — sehr viel Übereinstimmendes in ihrem Baue zeigen, so sollen hier, besonders um öftere Wiederholungen zu vermeiden, sie zusammen abgehandelt werden. Dass in nachfolgendem Thatsachen erwähnt werden müssen, die sich nicht nur auf diese drei Gattungen beziehen, sondern auch auf die ganze Unterfamilie der *Canthocamptinae*, ja sogar auf die gesamte Familie der *Harpacticiden* (mithin also auch auf die zweite uns hier interessierende Subfamilie der *Longipediinae*), liegt in dem Charakter dieser Arbeit.[2]

Körperform: Der Körper ist in allen Fällen walzenförmig, mehr oder weniger langgestreckt (Taf. VI, Fig. 1, Taf. III, Fig. 1). Der Unterschied zwischen Vorder- und Hinterleib ist nicht in dem Masse augenfällig wie bei den nahe verwandten *Cyclopiden*. Die grösste Breite liegt immer an der Grenze des ersten und zweiten Cephalothoraxsegments.

Bei abgestorbenen Tieren ist der Hinterleib zurückgeschlagen, so dass er mit dem Vorderkörper einen mehr oder weniger grossen Winkel bildet. (Taf. IV, Fig. 1.)

Der Cephalothorax besteht stets aus fünf Abschnitten, von welchen der erste durch Verschmelzung der Kopfsegmente mit dem ersten Thoraxringe entstanden ist. Die Bedeckung besteht bei den vier ersten Abschnitten aus einer dorsalen und einer ventralen Cuticularplatte. Das fünfte Segment, das sich auch hinsichtlich seiner Ornamentik mehr dem Abdomen als den übrigen Cephalothorax-

---

[1] Brady, A. monograph. Teil II, p. 47.

[2] cf. Teil I, p. 14. Anm.

segmenten anschliesst, ist von einer ringförmigen Chitinplatte umkleidet. (Taf. IV, Fig. 1.) Das erste Segment ist das längste und endet vorn in ein mehr oder weniger kurzes Rostrum. Die übrigen Segmente nehmen gradweise an Länge ab. Die seitlichen Partien der dorsalen Rückenschilde sind oft verlängert und greifen in einigen Fällen weit nach der ventralen Seite über. Die hinteren Ecken derselben sind ebenfalls oft verlängert, abgerundet oder in eine Spitze ausgezogen. (Taf. III, Fig. 17, Taf. II, Fig. 16.)

Bemerkenswert ist die für jede Art charakteristische Ornamentik[1]) des Chitinpanzers. Am verbreitesten sind mehr oder weniger tiefe Auszackungen[2]) (z. B. Taf. V, Fig. 21, Taf. II, Fig. 16) der Hinterränder der Cuticularplatten und Reihen feinerer oder grösserer Dornen oder Haare, welche netzförmig oder senkrecht der Längenachse verlaufen.[3]) (Taf. II, Fig. 16, Taf. IV, Fig. 1.) Reihen grösserer Dornen unmittelbar über den Hinterrändern treten nur bei *Nit. hibernica* am fünften Segmente auf. (Taf. VII, Fig. 14.) Dem ersten Segmente scheinen solche Dornenreihen (bis auf *Canth. bidens*, Taf. V, Fig. 21) in allen Fällen zu fehlen, dafür treten aber bei einigen Species hier regelmässige Systeme dunkler Linien auf, die durch eine ungleichmässige Dicke der Cuticula bedingt werden. (Taf. III, Fig. 2 u. 16.) Nur in einem Falle zeigt der mittlere scharf umgrenzte Abschnitt der dorsalen Platte dieses Segments napfförmige Eindrücke. (Taf. III, Fig. 16.) Auf eine gleichfalls ungleichmässige Dicke der Cuticula scheint die Punktierung des gesamten Panzers von *Ophioc. Sarsii* zurückzuführen zu sein. (Taf. VI, Fig. 15.)

Als gleichfalls ornamentale Gebilde können auch die feinen Sinneshärchen, welche ich zuerst nachweisen konnte[4]), angesehen werden. Für die *Harpacticiden* (des Süsswassers) sind besonders die unmittelbar über den Hinterrändern der Segmente entspringenden charakteristisch. (Taf. II, Fig. 16, Taf. III, Fig. 2 u. 16, Taf. VI, Fig. 15.) Der Basalteil derselben verläuft in einer Cuticularscheide[5]), welche zum Hinterrande mehr oder weniger senkrecht steht. Neben diesen Härchen treten noch andere in grosser Zahl auf, welche durch einen Porus der Cuticula sofort ins Freie treten. (Taf. III, Fig. 2 u. 16.) Bemerkenswert sind die beiden Sinneshärchen, welche sich regelmässig am Rostrum vorfinden. (Taf. VI, Fig. 4, Taf. VII, Fig. 1.) Die Anordnung und Anzahl der Sinneshärchen scheint, so weit meine Beobachtungen reichen, nicht vollkommen konstant zu sein. Wegen ihrer immerhin schweren Nachweisbarkeit ist ihnen systematischer Wert wohl abzusprechen.

Das Abdomen besteht aus fünf Segmenten, von welchen beim Weibchen die beiden ersten zum Genitalabschnitte verwachsen sind, und der Furka. Die Länge und Breite der einzelnen Ringe nimmt nach der Reihenfolge ihrer Ordnung regelmässig ab. (Taf. IV, Fig. 2, Taf. VII, Fig. 1.) Die Verschmelzung des ersten weiblichen Segments aus zwei ehemals selbständigen Ringen wird in vielen Fällen noch durch eine Chitinspange angedeutet. Dieselbe kann ringförmig das Segment umgeben (am deutlichsten ist dies bei *Nit. hibernica* noch zu beobachten — Taf. VII, Fig. 1 u. 3), oder dorsal (Taf. IV, Fig. 1) auftreten, oder in zwei laterale oder ventrale Abschnitte gespalten sein.

---

[1]) Mit der Bezeichnung „Ornamentik" soll aber nicht ausgesprochen sein, dass die hiermit bezeichneten Gebilde auch für das Tier selbst ein „Schmuck" seien.

[2]) Diese Auszackungen werden von mehreren Autoren ungenauer Weise als Dornen bezeichnet.

[3]) Diese Gebilde sind bisher von keinem Forscher beobachtet, resp. erwähnt worden.

[4]) cf. Teil I, p. 33—35.

[5]) Bei *Canth. bidens* scheint diese Cuticularscheide von auffallender Kürze zu sein. (Taf. V, Fig. 21.)

(Taf. IV, Fig. 2, Taf. VI, Fig. 2.) Die Homologie des oberen Abschnittes dieses Segments mit dem ersten männlichen Ringe tritt noch durch die oft übereinstimmende Ornamentik beider und durch das Auftreten der Geschlechtsöffnungen hierselbst zu Tage. Die letzteren (Taf. III, Fig. 18 ♀) befinden sich beim Weibchen auf der ventralen Seite etwas oberhalb des Porus (Taf. III, Fig. 18 P.), an welchen die Spermatophore angeheftet wird. Da die beiden Genitalöffnungen dicht bei einander liegen, so kommt es zur Bildung nur eines Eiballens. Die Cuticularbildungen neben diesen drei Öffnungen sind für die Gattung *Canthocamptus* und die beiden Arten der anderen Genera[1]) charakteristisch. (Taf. III, Fig. 18, Taf. VI, Fig. 2, Taf. VII, Fig. 3.) Neben den weiblichen Geschlechtsöffnungen stehen in allen Fällen eine oder zwei Borsten.

Der ventrale Hinterrand des ersten Abdominalsegments ist beim Männchen zu zwei Genitalklappen umgebildet, deren Bewehrung systematischen Wert hat.[2]) (Taf. I, Fig. 4, Taf. VI, Fig. 14 etc.)

Die Ornamentik des Abdomens ist in der Regel stärker als die des Cephalothorax. Die Hinterränder aller Segmente mit Ausnahme des letzten und des ventralen Hinterrandes des ersten männlichen Segments sind in vielen Fällen mehr oder weniger tief ausgezackt. (Taf. II, Fig. 15, Taf. III, Fig. 3 etc.) Wie am Cephalothorax so treten auch hier bei vielen Arten Reihen feinster Dornen und unmittelbar über den Hinterrändern Reihen stärkerer Dornen oder Borsten auf. (Taf. I, Fig. 1, Taf. IV, Fig. 2 etc.) Die Ausdehnung der letzteren Reihen ist oft bei beiden Geschlechtern verschieden. Abgeschlossen werden dieselben in vielen Fällen durch ein Sinneshärchen. (Taf. III, Fig. 18, Taf. IV, Fig. 2, Taf. VII, Fig. 3.)

Das letzte Segment zeigt von den vorhergehenden bedeutend abweichende Verhältnisse. Ein Teil der dorsalen Cuticula ist zu einer die Afterspalte bedeckenden Klappe umgebildet[3]), deren Rand bei *Canthocamptus* und *Nitocra* abgerundet und mit grösseren oder kleineren Dornen besetzt, (Taf. I, Fig. 1, Taf. VII, Fig. 1), bei der deutschen Art des Genus *Ophiocamptus* dagegen in eine Spitze ausgezogen ist. (Taf. VI, Fig. 3.) Oberhalb des Genitaloperculums stehen jederzeit zwei Sinneshärchen. Auf der Bauchfläche treten oft noch Chitinverdickungen auf (Taf. II, Fig. 2, Taf. VII, Fig. 2 etc.). Der ventrale Hinterrand ist in seiner mittleren Partie in allen Fällen eingeschnitten.

---

[1]) Für die Gattung *Canthocamptus* ist diese Thatsache absolut feststehend. Für die Gattung *Ophiocamptus* kann ich dies nicht behaupten, da Mrázeks bezügliche Zeichnung Taf. V, Fig. 56 (Beitr. z. Kennt. d. *Harpacticidenf.*) dies für *Ophioc. Poppei* nicht sicher erkennen lässt. (Für *Ophioc. brevipes* bildet er das weibliche Genitalsegment nicht besonders ab.) — Giesbrecht (freil. *Cop.* d. Kieler Föhrde) bildet für *Nit. oligochaeta* Taf. IV, Fig. 3 diese Partie fast genau so ab, wie ich Taf. VII, Fig. 3 für *Nit. hibernica.* Er spricht aber p. 116 aus, dass die weiblichen Genitalöffnungen in einem „gemeinsamen Spalte“ liegen, also nicht getrennt seien. Für *Nit. tau* giebt er Taf. IV, Fig. 11 die Verhältnisse ähnlich an und meint p. 118: „Der Genitalspalt des Weibchens ist kurz und scheint ebenfalls unter einer Art von Klappe zu liegen.“ — Ich muss hier bemerken, dass ich ebenso wie Giesbrecht trotz aller Bemühungen nicht vollkommen ins Klare gekommen bin. Eine „Art von Klappe“ habe ich bei *Nit. hibernica* ebenfalls gesehen, glaube aber auch sicher beobachtet zu haben, dass die beiden Genitalöffnungen — ganz nach Analogie von *Canthocamptus* und *Ophiocamptus* — neben den oben sofort zu erwähnenden Borsten, also getrennt von einander, sich befinden. — Ganz gleichgiltig, ob das eine oder das andere richtig ist, so viel scheint aber sicher zu sein, dass auch bei den Arten des Gen. *Nitocra* in diesem Punkte Übereinstimmung herrscht, dass also die Verhältnisse des weiblichen Geschlechtssegments ebenfalls ein generelles Charakteristikum abgeben.

[2]) Die besonderen Bildungen des Genitalsegments beim Männchen sowohl wie beim Weibchen sind bis jetzt, abgesehen von einigen wenigen Forschern, vollkommen unbeachtet geblieben.

[3]) Bei dem Genus *Ectinosoma* dagegen fehlt eine solche Klappe. (Taf. VIII, Fig. 1.)

Die Furka ist in der Regel kurz. Von den bis jetzt bekannten deutschen Arten macht nur *Ophior. Sarsii* hiervon eine Ausnahme. (Taf. VI, Fig. 3.) Ihre Form und Bewehrung ist sehr wechselvoll, oft bei beiden Geschlechtern verschieden und für jede Art charakteristisch. Auf der Rückenfläche steht jederzeit eine „geknöpfte" Borste (Taf. I, Fig. 3). Der Aussenrand trägt einige Borsten oder Dornen. Die Apikalborsten, über deren Insertionsstellen oft noch Dornenbesatz auftritt, sind stets in der Dreizahl vorhanden. Die innerste Borste, von einigen Forschern irrtümlicher Weise überhaupt nicht zu den Apikalanhängen gerechnet,[1]) bleibt stets klein. Die beiden anderen, grossen Borsten, deren Basalteil genau so gebildet ist wie bei den *Cyclopiden*,[2]) sind bei den einzelnen Arten nach absoluter und relativer Länge, nach Haltung und Befiederung mannigfachem Wechsel unterworfen. Die äussere Borste ist stets die kürzere von beiden. Beim Gen. *Nitocra* sind diese Borsten vom Beginne der Befiederung an quergeringelt.

Die Vorderantennen sind in allen Fällen kurz, in keinem überragen sie zurückgeschlagen den Hinterrand des ersten Vorderleibsabschnittes. Die Anzahl ihrer Segmente ist stets eine beschränkte.

Die der Weibchen sind acht- (*Canthocamptus* und *Nitocra* — Taf. I, Fig. 5, Taf. VII, Fig. 4) oder siebengliedrig (*Ophiocamptus* — Taf. VI, Fig. 4). Ihr Borstenbesatz ist bei den einzelnen Genera konstant. Länge und Stärke der einzelnen Borsten dagegen sind bei den einzelnen Arten verschieden. Am Aussenrande des ersten Gliedes tritt in der Mitte stets ein Halbkreis feiner Dornen auf;[3]) an seinem Ende ist stets eine Fiederborste eingelenkt. Das vierte Segment ist zu einem Fortsatze ausgezogen, auf dessen Spitze stets ein grosser Sinneskolben[4]) steht. Am apikalen Ende des letzten Gliedes tritt stets neben zwei Borsten ein noch kürzerer Sinneskolben auf.[5])

Die Vorderantennen des Männchens (Taf. I, Fig. 6, Taf. VII, Fig. 5) sind wie bei den *Cyclopiden* beide zu Greiforganen umgewandelt und nach denselben Prinzipien wie bei jener Familie gebaut.[6]) Hinsichtlich ihrer Grösse und Bewehrung stimmen sie mit denen des Weibchens überein. Der untere Abschnitt besteht aus drei Segmenten, der mittlere ebenfalls aus drei und der obere aus zwei, von welchen aber stets das erste, selten beide nochmals geteilt sind. Die Segmente des mittleren Abschnittes, und von diesen wieder das erste, zeichnen sich dadurch aus, dass sie meist stark aufgetrieben sind. In einigen Fällen (Taf. IV, Fig. 4) ist die Anschwellung in ganz besonderem Masse erfolgt. Das zweite Segment dieses Abschnittes bleibt stets kurz, das dritte verjüngt sich nach seinem Ende hin zu der Breite des Endabschnittes.

Die Cuticula der Segmente des mittleren Abschnittes und der beiden ersten Glieder des Endabschnittes zeigt an einigen Stellen, besonders an den Aussenrändern, Verdickungen und Vorsprünge, um die Antennen in ihrer Funktion, als Greiforgane zu dienen, zu unterstützen. Das Ergreifen des Weibchens geschieht bei den *Harpacticiden* übrigens in anderer Weise als bei den *Cyclopiden*. Das

---

[1]) Bei vielen Arten ist sie von mehreren Forschern überhaupt übersehen worden.

[2]) Teil I, p. 17 u. 18.

[3]) Die Angabe mehrerer Forscher, dass ein solcher Dornenkreis für diese oder jene Art charakteristisch sei, ist also irrtümlich.

[4]) cf. Teil I, p. 21.

[5]) Der Sinneskolben des letzten Segments ist von den meisten Forschern übersehen worden, oft auch der des vierten Gliedes. — Vosselers Angabe (die freil. *Cop.* Württembergs — Taf. VI, Fig. 9), dass auch das dritte Segment (von *Canth. staphylinus*) einen Sinneskolben trage, ist irrtümlich.

[6]) cf. Teil I, p. 22.

Männchen erfasst die weiblichen Furkalzweige und die Basis der Apikalborsten derselben (Taf. III, Fig. 1) und schwimmt, mit dem Weibchen in dieser Weise vereinigt, oft stundenlang im Wasser umher.[1])

Die Hinterantennen (Taf. I, Fig. 7, Taf. VI, Fig. 5, Taf. VII, Fig. 7) besitzen im Gegensatz zu den *Cyclopiden* einen Nebenast. Der Hauptast ist stets dreigliedrig.[2]) Die einzelnen Segmente sind bei den in Betracht kommenden drei Genera von fast gleicher Form und Bewehrung. Hervorgehoben mag hier nur sein, dass die Spitze des Endgliedes mit einigen knieförmigen Borsten ausgerüstet ist, die auf die Funktion der Antenne, als Klammerorgan zu dienen, hinweisen. Der Nebenast, welcher immer am zweiten[3]) Gliede des Hauptastes eingelenkt ist, bleibt stets klein, ein- oder zweigliederig. Da die Anzahl seiner Segmente, seine Form und Bewehrung schwanken, so ist er von hohem systematischen Werte.

Die Mundextremitäten sind bei den deutschen Gattungen ebenso, wie bei den einzelnen Arten derselben, abgesehen von geringen Schwankungen in der Beborstung, vollkommen übereinstimmend gebaut, also ohne systematische Bedeutung. Nur der Palpus der Mandibel macht hiervon eine Ausnahme.

Das Labrum (Taf. V, Fig. 5, Taf. VI, Fig. 6) ist an seinem unteren Rande nicht wie bei den *Cyclopiden* in einzelne Zähne gespalten, sondern trägt seitlich einige grössere und in der mittleren Partie viele sehr kleine Dornen.

Die Mandibeln (Taf. I, Fig. 8, Taf. VI, Fig. 7, Taf. VII, Fig. 6) bestehen aus je einem rhombischen Hauptteile, dessen Endpartie in eine grössere Zahl von Zähnchen gespalten ist. Neben dem kleinsten der an Grösse ziemlich gleichmässig abnehmenden Zähnchen ist eine feine Borste[4]) eingelenkt, welche (wie bei den *Cyclopiden*) wohl als Sinnes-(Tast-)Organ funktionieren dürfte. Der Palpus ist bei den deutschen Süsswasser-Arten stets einästig,[5]) aus einem oder zwei kurzen Segmenten zusammengesetzt.

Maxillen (Taf. I, Fig. 9). Der Kauteil ist am Ende mit einer grösseren Zahl kräftiger Zähne und einer Borste bewehrt. Der Taster dürfte wohl am richtigsten als nach Analogie der Spaltfüsse gebildet betrachtet werden. Einem gemeinsamen Basale sitzen zwei eingliederige Zweige auf. Der obere stärkere Zweig ist an seinem Aussenrande mit einigen Borsten und am Ende mit einem Dorne und einer Borste bewehrt. Der untere kleinere Zweig trägt nur an seiner Spitze Dorn und Borste.

Der erste Maxillarfuss (Taf. I, Fig 10) besteht aus zwei Segmenten. Das erste ist sehr voluminös und trägt am vorderen Teile seines Oberrandes zwei warzenartige Vorsprünge, auf deren Spitzen einige Borsten stehen. Je zwei dieser Borsten zeigen starke, einseitige Befiederung. Das Endglied ist klauenförmig. Ein an seiner Spitze mit einigen Borsten versehener Vorsprung desselben macht den Eindruck eines Tasters.

---

[1]) Der weitere Verlauf des Begattungsaktes, insbesondere das Ankleben der Spermataphore an die weibliche Geschlechtsöffnung ist bisher noch nicht beobachtet worden.

[2]) Mit dieser Angabe setze ich mich bezüglich der *Canthocamptus*-Arten in direkten Gegensatz zu allen übrigen Autoren, welche für den Hauptast nur zwei Segmente angeben. Das erste Segment bleibt bei der Präparation meist mit dem Chitinskelette des ersten Cephalothoraxabschnittes verbunden und ist deshalb immer übersehen worden. Das Vorhandensein desselben habe ich in einer grossen Anzahl von Fällen ganz sicher nachweisen können.

[3]) Für die beiden anderen allein noch sicher bekannten *Nitocra*-Arten, *Nit. oligochaeta* und *tau*, giebt Giesbrecht (freil. *Copep.* d. Kieler Föhrde) dagegegen an, dass der Nebenast am ersten Hauptastsegmente eingelenkt sei.

[4]) Ob auch bei *Ophiocamptus* eine solche Borste vorhanden ist, kann ich nicht angeben.

[5]) Bei den beiden Giesbrechtschen Arten (l. c.) ist noch ein eingliedriger Nebenast vorhanden.

Der zweite Maxillarfuss (Taf. I, Fig. 11) ist wie bei den übrigen Genera der Subfamilie zum Greifen und Festhalten eingerichtet und zweigliederig. Das erste Segment trägt stets eine Fiederborste, das zweite meist eine Reihe feiner Zähnchen, am entgegengesetzten Rande einige Dornen und am Ende eine Klaue. Der angeschwollene Basalteil der Klauen trägt in allen Fällen noch ein feines Haar.

Die Schwimmfüsse aller Paare bestehen aus zwei Basalsegmenten und einem Aussen- und Innenaste. Die ersten Basalsegmente (Taf. IV, Fig. 11) sind durch Chitinplatten mit einander verbunden. Das zweite Basalsegment ist nach aussen stark verschmälert und trägt hier am ersten und zweiten Fusspaare (z. B. Taf. I, Fig. 12 und 13) je einen kräftigen Dorn, am dritten und vierten aber (z. B. Taf. IV, Fig. 10 und 11) je eine Borste. Die innere apikale Partie dieses Segments ist bei dem zweiten bis vierten Fusspaare, abgesehen von kleineren, unwichtigen Dornen, welche auch am Unter- und Aussenrande oder der Oberfläche auftreten, unbewehrt. Am ersten Fusspaare tritt an dieser Stelle in der Regel ein kräftiger Dorn (z. B. Taf. I, Fig. 12), selten eine Borste (Taf. IV, Fig. 7) auf. Beim Männchen der *Nitocra*-Arten hat dieser Anhang eine höchst seltsame Umbildung erfahren. (Taf. VII, Fig. 9.)

Die beiden Äste, besonders der Innenast, sind bei den einzelnen Arten höchst mannigfaltig gebaut, ein Umstand, der eine besondere Berücksichtigung der Schwimmfüsse bedingt. Das erste Fusspaar weicht von den übrigen Füssen in mehreren Punkten nicht unwesentlich ab. Bedingt wird dies durch den Umstand, dass dasselbe ausser zum Schwimmen noch zum Ergreifen verwendet wird. Dieser Funktion ist besonders der Innenast angepasst. Derselbe übertrifft deshalb den Aussenast meist an Länge, (Taf. I, Fig. 12) selten nur ist er ihm etwa gleich (Taf. V, Fig. 7), und in nur einem einzigen Falle (bei *Ophiocamptus*) ist er kürzer (Taf. VI, Fig. 8). In dem ersteren Falle ist er meist dreigliedrig, und sein letztes Glied ist schräg mit dem vorhergehenden verbunden und kann weit seitlich bewegt werden. Bei *Nitocra*, woselbst diese Anpassung am deutlichsten zum Ausdruck gelangt, (Taf. VIII, Fig. 8) kann auch das zweite Segment seitlich bewegt werden. Unterstützt wird dieses Fusspaar in seiner Funktion noch durch die knieförmig gebogenen Borsten der Endglieder beider Äste, welche am Innenaste bei allen Arten in der Ein-, am Aussenaste in der Zweizahl auftreten. Bei *Nitocra* ist auch der endständige Dorn des Innenastes noch zu einer Klaue umgewandelt. Der Umstand, dass der Endabschnitt des Innenastes nach aussen geschlagen werden kann, und dass die erwähnten Borsten ebenfalls nach aussen umgebogen sind, deutet sicher darauf hin, dass das erste Fusspaar die beiden Maxillarfusspaare in ihrer Arbeit, die Nahrung zu ergreifen und der in der Medianlinie liegenden Mundöffnung zuzuführen, sicher nicht unterstützen kann, wie von mehreren Forschern angegeben wird. Wahrscheinlich unterstützen diese Einrichtungen die Hinterantennen und ihre knieförmigen Borsten, welche sicher zum Erfassen und Festhalten des Tieres an Wasserpflanzen oder dgl. dienen.[1]) Vielleicht haben sie auch das gegenseitige Festhalten der Tiere während der Begattung mit zu besorgen. Hierauf scheint besonders auch die oben erwähnte Modifikation des inneren Dornes am zweiten Basalsegmente beim Männchen von *Nitocra* hinzudeuten. Demselben Zwecke dürfte auch

---

[1]) cf. Teil I, p. 25.

die untere Innenrandborste am letzten Aussenastsegmente des vierten weiblichen Fusspaares dienen. Dieselbe ist in allen Fällen (abgesehen von *Ophiocamptus*, bei welchem Innenrandborsten in der Regel überhaupt nicht vorhanden sind (s. das.) stärker und länger wie die übrigen Borsten und gebogen (z. B. Taf. I, Fig. 17, Taf. VII, Fig. 11), während beim Weibchen alle anderen, beim Männchen auch noch die homologe gestreckt bleiben.

Während, wie bereits erwähnt, am ersten Fusspaare der Innenast den Aussenast meist an Länge übertrifft, ist bei den übrigen Fusspaaren das Gegenteil zu beobachten. Die Verkürzung des Innenastes, mit welcher auch meist eine Reduktion der Anzahl der Segmente auf zwei Hand in Hand geht, ist gewöhnlich bei dem nachfolgenden Fusspaare stärker als bei dem vorhergehenden. Beim vierten Paare macht der Innenast oft nur noch den Eindruck eines Rudiments (z. B. Taf. V, Fig. 12, Taf. IV, Fig. 11). Beim Männchen kommen oft interessante Modifikationen vor (z. B. Taf. I, Fig. 16, Taf. VI, Fig. 10—12), die sicher in (noch unbekannter) Beziehung zum Geschlechtsleben stehen. Die Bewehrung der Innenäste ist ungemein manigfaltig, also von hohem systematischen Interesse.

Die Aussenäste aller Paare sind dreigliedrig und im Vergleich zu den Innenästen ziemlich gleichmässig gebaut. An der äusseren apikalen Ecke jedes Gliedes ist stets ein kräftiger Dorn angebracht, der wohl in allen Fällen fein befiedert ist.[1] Am Aussenrande des letzten Segments des zweiten bis vierten Paares treten meist noch ein oder auch zwei solcher Dornen auf. Die übrigen Anhänge sind bei den einzelnen Fusspaaren, Arten und Gattungen von wechselnder Zahl, Grösse und Bewehrung (Befiederung). Die nachfolgenden Artbeschreibungen geben hierfür Beläge in grosser Anzahl. Bemerkt mag hier nur sein, dass Schwankungen in der Bewehrung ein und desselben Fusspaares nur ganz ausnahmsweise zu beobachten sind.

Die fast konstant auftretenden Reihen feinerer Dornen an den Aussenrändern beider Äste und der Haarbesatz der Innenränder sind ohne jeden systematischen Wert.

Das fünfte Fusspaar besteht stets aus zwei breiten Chitinplatten. Der innere Abschnitt des Basalsegments ist oft etwas nach unten (hinten) verlängert und daselbst mit Borsten oder Dornen besetzt, deren Zahl, Grösse und Befiederung ebenso wechselvoll sind wie die der Anhänge des zweiten Segments. Nach aussen endet das Basalsegment fast in eine Spitze, welche stets eine Borste trägt. Grösse, Form und Bewehrung des zweiten Gliedes ist bei den einzelnen Arten verschieden, für jede Species aber, ebenso wie die Verhältnisse des Basalsegments, höchst charakteristisch, ein Umstand, welcher diesem Fusspaar hohen systematischen Wert verleiht. Eine genaue Berücksichtigung desselben bei der Bestimmung und Unterscheidung der einzelnen Arten ist aber erst in neuerer und neuester Zeit erfolgt.

Wie an fast allen übrigen Körperteilen, so treten auch hier sexuelle Differenzen auf, und zwar meist sehr augenfällige. Da beim Weibchen das fünfte Fusspaar als Hilfsorgan zum Tragen des Eiballens Verwendung findet, so sind die einzelnen Segmente desselben hier im allgemeinen grösser als beim Männchen. Auch in der Anzahl und Grösse der einzelnen Borsten wird das Männchen vom Weibchen übertroffen. Dasselbe gilt auch von der Verlängerung der inneren Partie des Basalsegments.

---

[1] In meinen Figuren ist die Befiederung nur dann angegeben, wenn sie bei der Vergrösserung, bei welcher der betreffende Fuss gezeichnet wurde, auch zu erkennen war. Aus dem Fehlen derselben in der Zeichnung ist also nicht auf ein Fehlen überhaupt zu schliessen.

(Hierzu vgl. die betreffenden Zeichnungen bei den einzelnen Arten.) Hervorzuheben ist noch, dass beim Männchen die Basalglieder beider Füsse miteinander verschmolzen sind (z. B. Taf. VI, Fig. 14).

Bei einer Art *(Canth. staphylinus)* und zwar nur beim Weibchen ist ein Anhang des Basalgliedes zu einem typischen Sinneskolben umgewandelt. (Taf. I, Fig. 19). Bei einer anderen Art, *Nit. hibernica*, scheinen einige Dornen teilweise gleichfalls zu Sinnesorganen umgebildet zu sein. (Taf. VII, Fig. 12—15.)

Ein Herz fehlt.

Das Auge ist unpaar.

Die Spermatophoren sind flaschenförmig und klein (z. B. Taf. IV, Fig. 15). Bei nur einer Art, bei *Canth. staphylinus* (Taf. III, Fig. 18), sind sie von einiger Grösse und wohl am besten als „säbelförmig“ zu bezeichnen.

Die Ovidukte erstrecken sich weit in das Abdomen, meist sogar bis in das letzte Segment. (Taf. V, Fig. 1. Taf. VII, Fig. 1.) Nur in seltenen Fällen zeigen die im Cephalothorax verlaufenden Abschnitte derselben Nebenzweige. (Taf. III, Fig. 1.)

Grösse: Die hier in Betracht kommenden Arten sind mit den meisten übrigen *Harpacticiden* als die kleinsten Krebsformen zu bezeichnen. Ihre Grösse übersteigt 1 mm in keinem Falle, geht aber selbst bis zu 0,3 mm herab.

Vorkommen und Lebensweise: Die Süsswasser-*Harpacticiden* finden sich stets zwischen Wasserpflanzen oder auf dem schlammigen Grunde der Gewässer. In grösseren Wasserbecken bewohnen sie deshalb nur die litorale Zone. Ihre Fortbewegung besteht mehr in einem „Schlängeln“, als einem gewandten Schwimmen.[1])

Zu unterscheiden sind die Arten der drei hier in Betracht kommenden Genera leicht durch folgende Merkmale:[2])

1. Körper sehr schlank, fast „wurmförmig“, weibliche Vorderantennen siebengliedrig, Rostrum eine breite Platte bildend . . . . Gen. *Ophiocamptus.*
2. Körper nicht „wurmförmig“, weibliche Vorderantennen achtgliedrig, Rostrum kurz und schmal:
   a) Innenäste aller Schwimmfusspaare dreigliedrig, weibliche Vorderantennen nach dem zweiten Segmente fast rechtwinklig geknickt . . Gen. *Nitocra.*
   b) Innenast wenigstens des vierten Fusspaars zweigliedrig, weibliche Vorderantennen nicht geknickt . . . . Gen. *Canthocamptus.*

---

[1]) Näheres hierüber findet sich in der sorgfältigen Arbeit Mrázeks (Beitr. z. Kenntn. d. Süsswasser-*Harpacticiden* p. 92 ff.)

[2]) Siehe auch die Diagnosen der einzelnen Genera.

I. Gen. Canthocamptus Westwood.[1]

Körper nicht „wurmförmig".[2] Rostrum kurz und nicht plattenförmig.[2] Furka in der Regel kurz,[3] bei Männchen und Weibchen in ihrer Form meist differierend. Vorderantennen des Weibchens achtgliedrig, alle Segmente die gleiche Richtung einnehmend,[4] die des Männchens im mittleren Abschnitte meist stark angeschwollen.[4] Nebenast der Hinterantennen klein, ein- oder zweigliedrig. Mandibularpalpus einästig, ein- oder zweigliedrig. Innenast des ersten Fusspaares meist verlängert und wie die Innenäste der übrigen Fusspaare zwei-[5] oder dreigliedrig. Innenast des dritten männlichen Fusspaars stets dreigliedrig: der zu einer borstenartigen Verlängerung ausgezogene Innenrand des zweiten Segments bildet mit dem kolbenartigen Endgliede eine Art Schere.[6] Die beiden letzten Aussenastglieder des zweiten bis vierten Fusspaares stets mit Innenrandborsten.[2] Cuticularbildungen auf der ventralen Seite des weiblichen Genitalsegments übereinstimmend. (Taf. III. Fig. 18.)

---

[1] Das alte Westwood'sche Genus *Canthocamptus* („Partingt. Cyclop. Nat. Hist., Art. Cycl." und „The Entomologists Text-Book" — nach Claus) ist aber hier bedeutend enger gefasst.

[2] Im Gegensatz zum Gen. *Ophiocamptus*.

[3] Eine Ausnahme hiervon macht nur die in Deutschland noch nicht beobachtete Art: *Canth. gracilis* Sars. Vgl. d. Kapitel: *Ophioc. Sarsii*.

[4] Im Gegensatz zum Gen. *Nitocra*.

[5] Über die Abtrennung der Arten vom Gen. *Canthocamptus*, bei welchen die Innenäste sämtlicher Schwimmfusspaare zweigliedrig sind, und deren Vereinigung zum Gen. *Mesochra* vgl. meine Arbeit: „*Copep.* des Rhätikon-Gebirges" p. 35 Anm. 1.

[6] cf. p. 27.

Analytische Tabelle zum Bestimmen der bis jetzt bekannten deutschen Canthocamptus-Arten.[1]

A. Innenast des ersten Schwimmfusspaares dreigliedrig.

I. Dornen der Analklappe zweispitzig . . . . *Canth. minutus.*
II. Dornen der Analklappe einspitzig.
  a) Letztes Abdominalsegment jederseits in eine dornartige Verlängerung ausgezogen . . . . *Canth. staphylinus.*
  b) Letztes Abdominalsegment ohne derartige Verlängerungen.
    1. Die beiden grossen Apikalborsten der Furka des Weibchens über resp. unter einander eingelenkt . . . . *Canth. trispinosus.*
    2. Apikalborsten der Furka neben einander eingelenkt.
      a) Furkalzweige des Weibchens nach dem Ende zu stark verjüngt *Canth. crassus* (und *Canth. horridus*).
      b) Furkalzweige des Weibchens wenig oder nicht verjüngt.
        Hinterränder der Cephalothoraxsegmente
          tief ausgezackt . . . *Canth. northumbricus.*
          nicht ausgezackt . . *Canth. fontinalis.*

B. Innenast des ersten Schwimmfusspaares zweigliedrig.

I. Hinterränder der Cephalothoraxsegmente sehr stark ausgezackt . . *Canth. bidens.*
II. Hinterränder der Cephalothoraxsegmente nicht ausgezackt.
  Am 2. und 3. Abdominalsegmente des Weibchens, resp. am 3. und 4. des Männchens treten seitlich im ersten Drittel der Länge
    kurze Dornenreihen auf . . *Canth. pygmaeus.*
    keine Dornenreihen auf . . *Canth. Zschokkei.*

---

[1] Vergl. hierzu die Abschnitte am Schlusse der Charakteristiken der einzelnen Arten, in welchen die „leichtesten Erkennungsmerkmale“ zusammengestellt sind.

1. Canthocamptus staphylinus Jurine.

(Taf. I und Taf. III, Fig. 16—18).

1820	*Monoculus*	*staphylinus* Jurine, Histoire des *Monocl.* p. 74—84. Taf. 17.
1850	*Canthocamptus*	*minutus* Baird, The nat. hist. of the British *Entomostr.* p. 204—208. Taf. XXV, Fig. 4—8, Taf. XXX, Fig. 3.
1851	*Canthocarpus*[1])	*minutus* Fischer, Beiträge z. Kennt. p. 429—434. Taf. X, Fig. 39—42.
1853	*Canthocamptus*	*minutus* Lilljeborg. De crustaceis p. 145—149. Taf. XIV, Fig. 7—12, Taf. XV, Fig. 13—17 und Taf. XVI, Fig. 1—6.
1863	„	*staphylinus* Claus, D. freil. *Copep.* p. 121—122. Taf. XII, Fig. 4—14 und Taf. XIII, Fig. 2—4.
1872	„	*staphylinus* Frič, D. Krustent. Böhmens. p. 224. Fig. 21.
1878	„	*staphylinus* Hoek, De vrijleb. Zoetw.-*Copep.* p. 22 u. 23. Taf. III, Fig. 13.
1880	„	*minutus* Brady, A monograph. Bd. II, p. 48—52. Taf. XLIV.
1884 ?	„	*minutus* var. *occidentalis* Herrick, A final report. p. 170, Taf. K, Fig. 7 u. 8.
1885 ?	„	*staphylinus* v. Daday, Monogr. *Eucopep.* p. 281—284.
1886	„	*minutus* Vosseler, D. freil. *Copep.* Württembergs, p. 197, Taf. VI, Fig. 9.
1888 ?	„	*minutus* Šoštarić, Beitr. z. Kenntn. p. 78—80.
1891	„	*staphylinus* Richard, Recherch. sur les *Copép.* p. 244. Taf. VI, Fig. 1.

Bemerkungen zu den Synonyma.

Da die vorliegende Art wohl die gemeinste und verbreiteste aller Süsswasser-*Harpacticiden* überhaupt ist, so ist es natürlich, dass eine grosse Zahl von Forschern sie beobachtet hat. Die meisten derselben erwähnen[2]) jedoch nur ihre Anwesenheit an diesem oder jenem Orte; nur wenige haben sie beschrieben und von diesen sind es wieder nur einige, deren Charakteristiken wirklich dergestalt sind, dass sie die Art sicher wiedererkennen lassen. Diese Unsicherheit macht es auch erklärlich, dass mit dieser Art — wie die folgenden Darlegungen ergeben dürften — viele andere wohl unterschiedene Formen bisher verwechselt worden sind.[3]) Welche Arten dies sind, ist in den meisten

---

[1]) Wie bereits Claus (freil. *Copep.* p. 118) erwähnt, hat Baird in seiner ersten Arbeit (Trans. Bergw. Nat. Club 1843) den Westwood'schen Genusnamen „*Canthocamptus*“ durch ein Versehen in „*Canthocarpus*“ verändert. Da Fischer seine Art mit der von Baird beschriebenen identifizierte (er bezeichnete sie als *Canthocarpus minutus* Baird), so übernahm er den Fehler mit, den übrigens Baird später selbst (British *Entomostr.*) korrigiert hat.

[2]) cf. Teil I, pag. 39 Anm. 1.

[3]) Bereits i. J. 1851 sagt Fischer: „Es scheint, dass bis jetzt mehrere verschiedene Arten unter obigem Namen (*Canth. minutus* Baird) zusammengeworfen wurden.“

Fällen nicht festzustellen, da zur Bestimmung einer *Canthocamptus*-Spezies die genaueste Kenntnis aller ihrer Körperteile unbedingt notwendig ist. Die vorliegende Art teilt eben mit *Cyclops quadricornis* (Linné und der älteren Autoren) dasselbe Geschick, langezeit als Kollektivart gegolten zu haben. Wie man trotz der grundlegenden Arbeiten von Fischer, Sars und Claus selbst bis in die neueste Zeit hinein — abgesehen natürlich von den Spezialforschern — einen *Cyclops* schlechthin als *Cyclops quadricornis* bezeichnete, so glaubte man in irgend einer beobachteten *Harpacticiden*-Form des Süsswassers *Canth. minutus* O. F. Müller oder *Canth. staphylinus* Jurine vor sich zu haben.

Schon die Bezeichnung unserer Art als *Canth. (Cyclops) minutus* O. F. Müller[1]) ist durchaus ungerechtfertigt. Sicher lässt sich nur sagen, dass dem grossen dänischen Naturforscher eine *Canthocamptus*-Art vorgelegen hat. Welche der jetzt sicher bekannten Arten dies aber gewesen sein mag, lässt sich weder aus seiner Diagnose noch aus seinen Abbildungen erkennen.[2]) Da — wie erwähnt — viele neuere Forscher die Bezeichnung Müllers acceptiert haben, meist aber wohl, ohne selbst die Diagnose des Autors zu kennen — denn das für seine Zeit so ausserordentlich wichtige, hier in Betracht kommende Werk ist jetzt bereits relativ selten geworden — so führe ich hier zum Beweise meiner ausgesprochenen Behauptung dieselbe wörtlich an.

> „Primo intuitu multum refert Lepismam sacharinam.
>
> Corpus oblongum crustaceum sensim postice attenuatum, album, constans octo segmentis praeter caudam; primum segmentum, caput efficiens, majus duobus sequentibus, antice rotundum, oculo distincto in medio.
>
> Antennae duae simplices, articulis plurimis pellucidis basi setigeris sensim decrescentes. Maris breviores et crassiores.
>
> Palpi duo biarticulati, apice pilosi. Infra hos unci duo minimi, aegre distinguendi, micantes.
>
> Pedes decem, quinque utrinque, longissimi, pilosissimi; constant seta utrinque pilis obsita, flexili quovis modo, etiamsi nullis articulis componitur, pili sub microscopio spinarum formam habent. Pedes primo, secundo et tertio corporis segmento affixi longitudine ultra caudam prominent; medii tamen vicinis longiores sunt.
>
> Segmentum caudae terminatur papillis duabus, e quibus procedunt setae duae strictae corpore longiores, totae nudae, sub his setae binae breviores; latera exteriora papillarum pilis minimis obsita sunt.“

Ausser Müllers *Cyclops mimutus* sind noch von Baird resp. Claus drei andere von diesem Forscher aufgestellte „Arten“ als mit *Canth. staphylinus* identisch bezeichnet worden, nämlich: *Amymone*[3]) *satyra* und *baccha* und *Nauplius bracteatus*. Bekanntlich sind diese Formen nur Entwicklungsstadien, ob aber gerade von *Canth. staphylinus*, lässt sich durch nichts beweisen.

Erwähnt mag hier noch sein, dass *Canth. (Cyclops) minutus* Müller ebenso wenig wie die in der Tabelle der Synonyma genannten Arten derselben Bezeichnung mit der von Claus aufgestellten gleichnamigen Art[4]) etwas zu thun haben.

Canth. minutus Ulianin ist jener Art identisch, nicht, wie Brady mit einem „?“ angiebt, der vorliegenden.

---

[1]) O. F. Müller, *Entomostraca*. p. 101—102. Taf. XVII, Fig. 1—7.

[2]) cf. Teil 1, p. 1 u. 2. — Imhof („D. Arten u. d. Verbreit. des Gen. *Canthocamptus*“) dagegen führt *Canth. minutus* O. F. Müller noch als gesonderte Form neben *Canth. staphylinus* Jurine an.

[3]) Claus hat (freil. *Cop.* p. 112) den Namen *Amymone* zur Bezeichnung eines marinen *Harpacticiden*-Genus verwendet.

[4]) cf. p. 31.

Wie bei den Untersuchungen der Synonyma der *Cyclopiden*, so übergehe ich auch hier die Angaben derjenigen älteren Forscher (Rahmdohr, Latreille, Desmarest, Fabricius etc.), deren Arbeiten nur noch historisches Interesse haben. Sicher ist, dass den genannten und noch vielen anderen Forschern wohl *Canthocamptus*-Formen vorgelegen haben. Welchen der jetzt zu Recht bestehenden Arten dieselben aber zuzuweisen sind, lässt sich ebensowenig feststellen, wie bezüglich des so vielfach zitierten und doch ganz unbestimmbaren *Cyclops (Canth.) minutus* O. F. Müller.

Der erste, welcher die vorliegende Art in der Weise beschrieben und abgebildet hat, dass sie sicher wiederzuerkennen ist, ist Jurine, und deshalb muss auch, dem Gesetze der Priorität entsprechend, seine Bezeichnung Anwendung finden. Obwohl allerdings auch die meisten seiner sonst sehr guten Abbildungen zur Beurteilung der Artzugehörigkeit seiner Form vollkommen unbrauchbar sind, so ist doch aus einigen derselben mit Gewissheit zu erkennen, dass die Spezies, welche ihm vorgelegen hat, nur die hier zu charakterisierende gewesen sein kann. Denn durch die Fig. 10 und 16 wird die Jurinesche Form unter diejenigen *Canthocamptus*-Arten verwiesen, bei welchen der Innenast des ersten Schwimmfusspaares den Aussenast desselben bedeutend an Länge übertrifft. Und von diesen Arten kann Jurine, wie dies aus der Form der Spermatophore (Fig. 2) deutlich hervorgeht, wieder nur die eine, nämlich die vorliegende, gesehen haben.

Bairds Beschreibung und Abbildungen sind so ausserordentlich mangelhaft, dass sich aus ihnen die Artzugehörigkeit seiner Form nicht ergeben würde, wenn er nicht Taf. XXX, Fig. 3 ein weibliches Exemplar mit einer Spermatophore abgebildet hätte, wie sie für *Canth. staphylinus* charakteristisch ist. Über Bairds Darstellung überhebt sich die nur ein Jahr später veröffentlichte Charakteristik Fischers ungemein. Auf die fehlerhaften Angaben Bairds sich einzulassen, ist vollkommen überflüssig.

Obgleich auch die Diagnose und die Abbildungen, welche Frič von *Canth. staphylinus* giebt, ausserordentlich mangelhaft sind, so geht doch aus seinen Angaben über die Länge der Furkalzweige und die Form der Spermatophore mit Sicherheit hervor, dass ihm diese Art wirklich vorgelegen hat. Als interessant mag hier noch hervorgehoben werden, dass Frič in ganz Böhmen nur diese einzige *Harpacticiden*-Form beobachtet hat, während Mrázek in demselben Faunengebiete etwa zwanzig Arten nachweisen konnte.¹)

Obwohl Hoek keine Diagnose von *Canth. staphylinus* giebt, so lässt jedoch seine Zeichnung eines der fünften Füsse des Männchens sicher erkennen, dass ihm die hier zu behandelnde Art vorgelegen hat.

Herrick erwähnt in seinem „Final report etc.“ eine von ihm früher aufgestellte Varietät, *Canth. minutus* (Müller) *var. occidentalis*. Er verabsäumt aber in dieser Arbeit, obgleich sie eine zusammenfassende ist, anzuführen, durch welche Merkmale sich diese Varietät von der typischen Form unterscheiden soll. Aus diesem Grunde, und weil mir die frühere Arbeit Herricks, in welcher

---

¹) Mrázek, Beitrag zur Kenntnis der *Harpacticidenf.* d. Süsswassers p. 96.

diese Varietät wahrscheinlich eingehend charakterisiert ist, nicht zugänglich war, muss ich leider auf eine Kritik derselben verzichten. Die auf Taf. K., Fig. 7 und 8 veröffentlichten Zeichnungen zweier Entwicklungsformen von *Canth. staphylinus* lassen nichts erkennen. Imhof[1]) führt die Herricksche Varietät noch als zu Recht bestehend an.

Da Šoštarić seiner kroatisch geschriebenen und mir deshalb unverständlichen Diagnose seines *Canth. minutus* keine Zeichnung beifügt, so kann ich die Artzugehörigkeit desselben nicht kritisieren. Es ist aber wohl anzunehmen, dass ihm die hier zu charakterisierende Form vorgelegen hat.

Wie ich bereits früher[2]) ausgesprochen habe, gehört die Kochsche *Doris minuta*[3]) zu denjenigen vielen von diesem Forscher aufgestellten Arten, welche in einer Weise ungenau und fehlerhaft charakterisiert worden sind, dass ihre Gleichstellung mit sicher bekannten Formen als vollkommen ausgeschlossen betrachtet werden muss.

Auch Hellers *Canth. minutus*[4]) ist eine solche unbestimmbare Art. Dass dieselbe der vorliegenden Form nicht identisch sein kann, wie dies von Rehberg[5]) und v. Daday behauptet wird, steht absolut fest. Denn Heller sagt in seiner übrigens sehr oberflächlichen Diagnose, dass der Nebenast der zweiten Antennen eingliedrig sei, und dass beide Äste des vierten Fusspaares nur aus je zwei Segmenten zusammengesetzt seien. Sind diese Angaben richtig, dann haben wir es eben mit einer anderen als der vorliegenden Art zu thun, sind sie unrichtig, dann braucht diese Form noch durchaus nicht *Canth. staphylinus* gewesen zu sein.

Wenn v. Daday nicht angegeben hätte, dass sein *Canth. staphylinus* der gleichnamigen Art Claus', Hoeks und dem *Canth. minutus* Fischer identisch sei, aus seiner Diagnose könnte man dies nicht ersehen. Ganz abgesehen davon, dass in derselben viele wichtige charakteristische Eigenschaften unerwähnt geblieben sind, so ist dieselbe bei aller ihrer Kürze noch nicht einmal ganz frei von Fehlern. (cf. die bezüglichen Anmerkungen bei der Charakteristik der Art.)

Die von Vogt in einer Lache an den Felsen des Abschwunges (im Hintergrunde des Aargletschers) gefundene und i. J. 1845 beschriebene *Cyclopsine alpestris*[6]) identifizieren Claus, Rehberg,[7]) v. Daday und Šoštarić mit *Canth. staphylinus*. Nur der erstgenannte Forscher hat sich die Mühe gegeben, seine Behauptung kurz zu begründen;[1]) die übrigen begnügen sich mit einer einfachen Gleichstellung beider Formen.

---

[1]) Imhof, D. Art. u. d. Verbr. d. Gen. *Canthocamptus*.

[2]) Teil I. p. 4.

[3]) Koch, Deutschlands Crustaceen. Heft 35. 3.

[4]) Heller, Untersuchungen über die Crustaceen Tyrols. p. 75 und 76.

[5]) Rehberg, Beitrag zur Kenntnis. p. 551.

[6]) Vogt, Karl, Beitrag zur Naturgeschichte der schweizerischen Crustac. p. 17—19. Taf. II.

[7]) Rehberg, l. c. p. 551.

Die Merkmale, welche Vogt als Artcharaktere benutzt, sind, wie Claus richtig bemerkt, zwar so allgemeiner Natur, und die Figuren sind, abgesehen von den Habitusbildern, so ungenau, dass sie für die Beurteilung der Art fast ohne Wert sind. Soviel geht aber sicher aus den Angaben des Autors hervor, dass die Identität seiner Art mit *Canth. staphylinus* als vollkommen ausgeschlossen betrachtet werden muss.

Zur Erhärtung seiner Behauptung führt Claus folgendes an: „Die Bildung der Antennen, die nach Vogt für seine Spezies charakteristisch sein sollen, finden sich in ganz derselben Weise auch bei der oben angeführten einheimischen Art *(Canth. staphylinus)*, während der weiter hervorgehobene Mangel an Schwanzborsten, der das Weibchen auszeichnen soll, sich offenbar nur auf ein zufälliges Ausfallen dieser leicht verletzlichen Anhänge reduziert.“

Bezüglich des ersten Punktes, der Bildung der Vorderantennen, möchte ich bemerken, dass bei *Canth. staphylinus* dieses Extremitätenpaar doch nicht „in ganz derselben Weise“ gebaut ist wie bei der Vogtschen Art, resp. dass es durchaus nicht so gebildet ist, wie Vogt dies für seine *Cyclopsine alpestris* — und zwar für das Männchen sicher ganz unrichtig — dargestellt hat. Die weibliche erste Antenne der letzteren Art ist übrigens nach Vogts Fig. 10 nur aus fünf und nicht wie bei *Canth. staphylinus* aus acht Segmenten zusammengesetzt.

Die zweite Behauptung Claus', dass der Mangel der Furkalborsten beim Weibchen auf einem zufälligen Ausfallen dieser Gebilde beruhen soll, würde nur dann einige Wahrscheinlichkeit für sich haben, wenn Vogt nur ein oder einige weibliche Exemplare seiner Art beobachtet hätte. Vogt hat aber, wie er selbst sagt, eine „grosse Menge“ von Exemplaren gefunden, und unter denselben sind sicher — wie dies für die *Harpacticiden* Regel ist — die Weibchen in überwiegender Anzahl vorhanden gewesen. Da Vogt nun gerade den Dimorphismus, welcher in der Furkalbewehrung beider Geschlechter besteht, besonders hervorhebt, so ist sicher anzunehmen, dass er nicht nur ein Weibchen, bei welchem zufällig die Apikalborsten der Furka abgebrochen waren, sondern mehrere daraufhin untersucht hat. Es ist auch gar nicht einzusehen, warum gerade bei den Weibchen und nicht auch bei den Männchen diese Borsten stets abgebrochen sein sollten. Übrigens ist an ein „Ausfallen“ derselben, wie Claus meint, gar nicht zu denken, denn Vogt giebt ja in Fig. 3 und 4 deutlich an, dass die weibliche Furka mit drei resp. vier kurzen Borsten bewehrt sei. Es könnte also nur von einem „Abbrechen“ dieser Gebilde die Rede sein, was ich aber, wie soeben ausgesprochen, nicht für wahrscheinlich halte. Der Dimorphismus wäre hier allerdings sehr bedeutend und stärker, als bis jetzt bei Süsswasser-Arten sonst beobachtet worden ist. Ein Grund aber, an der Richtigkeit der Vogtschen Darstellung dieser Verhältnisse zu zweifeln, liegt meiner Ansicht nach nicht vor.

---

[1]) Claus. Zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte der *Cyclopiden*. p. 33. Anm. — An dieser Stelle sagt Claus, dass beide Formen „durchaus identisch zu sein scheinen“, in seinen „freil. *Cop.*“ p. 121. Anm. dagegen: „Leider reicht C. Vogts Beschreibung dieses am Aargletscher beobachteten *Harpacticiden* nicht aus, um die Identität mit dieser Art (*Canth. staphylinus*) oder die Selbständigkeit als Spezies zu beweisen.“

Selbst wenn nachgewiesen werden könnte, dass sich Vogt in diesem Punkte geirrt habe, so ist an eine Identifikation von *Cyclopsine alpestris* mit *Canth. staphylinus* noch gar nicht zu denken; denn hiefür fehlt ja jeder Anhalt. Ja, es ist noch nicht einmal nachgewiesen, ob diese Form überhaupt eine *Canthocamptus*-Art ist. Vielleicht gehört sie gar einem ganz anderen Genus an.[1]

Charakteristik der Art.

Der Cephalothorax übertrifft das Abdomen nur wenig an Breite.[2]

Cephalothorax: Das Rostrum ist sehr kurz und stumpf.

Die hinteren Ecken der dorsalen Chitinplatten des zweiten bis vierten Segments (Taf. III, Fig 17) sind etwas verlängert[3] und ebenso wie die des ersten Abschnittes abgerundet. Die Hinterränder aller Segmente sind ganzrandig.[4]

Mit Ausnahme der mittleren Partie, welche eine beträchtliche Anzahl napfartiger Eindrücke von kreisrunder Form zeigt, ziehen sich über die dorsale Chitinplatte des ersten Segments (Taf. III, Fig. 16) eine grosse Menge dunkler Linien. Die dem Hinterrande nächsten Linien laufen fast parallel, biegen an den Seiten nach vorn um und nehmen die Richtung der Aussenränder an; die der übrigen Stellen zeigen eine netzförmige Anordnung. Das Wesen dieser Linien lässt sich am besten erkennen, wenn man ein Tier in der Seitenlage betrachtet. Dann sieht man nämlich, dass die Oberseite der Chitinplatte keine ununterbrochene Fläche bildet, sondern stufenartige Struktur zeigt. Wegen der hierdurch bedingten verschieden starken Lichtbrechung heben sich die tiefer liegenden Partien deutlich von den höheren ab, so dass hierdurch die Erscheinung der dunkeln Linien zustande kommt.

---

[1] Unbemerkt will ich nicht lassen, dass Imhof in seiner Arbeit: „Die Arten und die Verbreitung des Gen. *Canthocamptus*" *Cyclopsine alpestris* als eine von *Canth. staphylinus* verschiedene Art des Genus *Canthocamptus* anführt.

[2] Fischer, Claus und Brady geben im allgemeinen richtige Habitusbilder.

Die Zeichnung Lilljeborgs dagegen (Taf. XVI, Fig. 1) giebt kein Bild unserer Art; es ist vielmehr zu vermuten, dass ihm beim Entwerfen desselben nicht ein Exemplar von *Canth. staphylinus*, sondern einer anderen Art vorgelegen hat. Um dies zu begründen, mag hier — auch um Wiederholungen zu vermeiden — folgendes angeführt werden: Lilljeborg zeichnet die Hinterränder aller Körpersegmente mit Ausnahme des letzten und die Aussenränder (?) aller Abdominalabschnitte als mit feinen Härchen besetzt; die Analklappe entspringt an der Basis (?) des letzten Abdominalsegments, und die Furka hat eine ganz andere Form als bei *Canth. staphylinus*. —

Auf Tafel XV, Fig. 13 zeichnet dieser Forscher dagegen sicher das Abdomen und letzte Cephalothoraxsegment von *Canth. staphylinus*. Es ergiebt sich dies schon aus der Form der an der weiblichen Genitalöffnung klebenden Spermataphore. Die Furka ist hier richtig dargestellt, die grösste Apikalborste derselben aber viel zu kurz angegeben. Auffallender Weise zeichnet er hier die Abdominalsegmente in der dorsalen Mittellinie wieder als mit je einer Reihe feiner Dornen versehen. Diese Dornenreihen giebt er aber in seinem obenerwähnten Habitusbilde nicht an. Wie die Verhältnisse bei den Tieren gewesen sind, welche Lilljeborg untersuchte, lässt sich natürlich nicht entscheiden. Dass er die in obiger Charakteristik erwähnten Reihen feinster Dornen der Cephalothoraxsegmente 2—5 und der Abdominalsegmente nicht gesehen haben kann, ist bei dem damals relativ noch unvollkommenen Baue des Mikroskops selbstverständlich.

[3] Obwohl Fischer und Brady in der Seitenlage befindliche Tiere abbilden, geben sie die charakteristischen Linien dieser Segmente nicht an.

[4] v. Dadays Angabe: „*Corpore . . . segmentis margine posteriori spinulosis*" ist in Bezug auf die Segmente des Cephalothorax unrichtig.

Die mittlere Partie des zweiten Segments zeigt ebenfalls napfförmige Eindrücke in grosser Zahl. In der Nähe der Mittellinie sind diese Eindrücke kreisrund und sehr gehäuft, weiter nach den Seiten zu werden sie elliptisch und treten immer vereinzelter auf. Die seitlichen Partien zeigen ähnliche Linien wie die Cuticula des ersten Segments; in einigen Fällen habe ich auch jene Reihen feinster Dornen beobachtet, welche an den drei folgenden Segmenten bei genügender Vergrösserung leicht zu konstatieren sind, sobald das Präparat nur die nötige Durchsichtigkeit besitzt. Diese Reihen minutiösester Dornen [1]) laufen entweder den Hinter- und Seitenrändern dieser Segmente fast parallel, oder ordnen sich an den dazwischen liegenden Stellen netzförmig an. [2])

Ebensolche Reihen feinster Dornen finden sich auf allen Segmenten des Abdomens. (Taf. I, Fig. 1, Taf. III, Fig. 18.) Nur der mittleren Partie der ventralen Seite des ersten Segments fehlen sie. Die Anzahl der Reihen ist der Länge der Segmente proportional. Die des ersten Segments verlaufen netzförmig, die der übrigen Abschnitte mehr oder weniger parallel.

Mit Ausnahme des ersten Segments beim Männchen, treten noch an bestimmten Stellen über den Hinterrändern aller übrigen Abschnitte Reihen grösserer Dornen auf. Am ersten Segmente des Weibchens erstrecken sich diese Reihen von den Seiten aus über den grössten Teil der Rückenfläche und greifen mit einigen Dornen auf die Bauchseite über. Der Raum zwischen den dorsalen Enden — am ersten Segmente etwas grösser als am zweiten, und hier wieder etwas grösser als am dritten — wird durch eine Reihe feinster Dornen ausgefüllt. An den weiblichen Segmenten 2 und 3, und den männlichen 2, 3 und 4 sind die Verhältnisse die gleichen; nur ziehen sich hier die Dornen über die ventrale Seite in je einer ununterbrochenen Reihe. Die Hinterränder dieser Segmente und auch die dorsale Hälfte des ersten beim Männchen sind sehr fein ausgezackt. [3])

---

[1]) Da diese zarten Gebilde nicht durch Gelenke mit der Cuticula verbunden sind, so wäre es eigentlich richtiger, von ihnen nicht als von Dornen, sondern nur als von dornartigen Erhabenheiten der Cuticula zu reden. Der Kürze wegen aber habe ich hier und bei den anderen Arten, bei welchen sie gleichfalls zu beobachten sind, die erstere Bezeichnung gewählt.

[2]) Die feinere Ornamentik des Cephalothorax ist von keinem der früheren Forscher beobachtet worden. — Unbemerkt will ich nicht lassen, dass die erwähnten Linien und napfartigen Eindrücke nicht vollkommen konstant zu sein scheinen. Bei einigen wenigen Exemplaren habe ich diese ornamentalen Gebilde überhaupt nicht nachweisen können.

[3]) Die Auszackungen sind von keinem früheren Forscher angegeben.

Bezüglich der ornamentalen grösseren Dornenreihen (die Reihen feinster Dornen sind ebenso wie die der Cephalothoraxsegmente überhaupt nirgends erwähnt) finden sich bei den einzelnen Forschern die widersprechendsten Angaben. Einige (Richard, Vosseler) erwähnen sie überhaupt nicht.

Fischer sagt bezüglich des ersten Abdominalrings (♀), dass er, „nicht weit von seinem Ende mit einer Reihe kleiner Dörnchen bewaffnet“ sei; bezüglich des zweiten richtig: „Die Dornenreihe erstreckt sich aber nicht bis zur Mitte hin“; bezüglich des dritten wieder irrtümlich: „Die Dornenreihe reicht bis zur Mitte.“

Claus begnügt sich mit der allgemeinen Angabe: „Über den unteren Rand der vordern (!) Abdominalsegmente läuft ein Kranz feiner Spitzen.“ Da dieser Forscher Männchen und Weibchen von der Seite gesehen darstellt, so ist auch aus seinen Zeichnungen nur wenig ersichtlich. Das erste Segment des Männchens zeichnet er richtig als unbedornt; das erste des Weibchens soll nach seiner Angabe (Taf. XIII, Fig. 2) eine Chitinverdickung zeigen und am ventralen Hinterrande mit Dornen besetzt sein. Eine solche Chitinverdickung, welche bei vielen *Canthocamptus*-Arten auftritt, habe ich bei den von mir untersuchten Tieren der vorliegenden Art, welche sehr verschiedenen Gewässern entstammten, niemals beobachten können. Die Bedornung des ganzen

Die apikalen Ecken des letzten Segments sind in beiden Geschlechtern zu je einem charakteristischen Fortsatze[1]) ausgezogen, welcher in der Regel in drei, selten in zwei meist recht unregelmässigen Spitzen endet (Taf. I, Fig. 2). Da diese Spitzen in der Richtung der Längsachs edes Körpers liegen, so sind sie deutlich nur zu sehen, wenn sich das Tier in der Seitenlage befindet. Dornenbesatz[2]) tritt nur an der ventralen Hälfte des Hinterrandes dieses Segments auf und zwar bei beiden Geschlechtern.

Das Analoperkulum trägt an seinem freien Rande eine Reihe mittelstarker Dornen in grösserer Anzahl[3]).

Neben den weiblichen Geschlechtsöffnungen ist je eine Borste inseriert (Taf. III, Fig. 18).

Die Furka (Taf. I, Fig. 1) ist bei beiden Geschlechtern von gleicher Form, eine Erscheinung, welche bei dem Dimorphismus, der bei den *Canthocamptus*-Arten im Bau dieses Körperabschnittes als Regel auftritt, wohl zu beachten ist. Sie ist relativ lang, ihr optischer Durchschnitt ein Rechteck, dessen Seiten sich etwa wie 2 : 1 verhalten. Längs des Innenrandes (mehr der Unterseite angehörig und deshalb in Fig. 1 nicht dargestellt) erstreckt sich eine starke Chitinleiste. Auf der ventralen Seite sind stets einige Chitinhöcker zu beobachten. Der Aussenrand trägt am Ende des ersten Drittels der Länge eine Borste und einen kurzen Dorn. Darunter finden sich zwei[4]) stärkere Dornen und eine Borste, und an der apikalen Ecke stehen ebenso wie an der entsprechenden Stelle des sonst unbewehrten Innenrandes einige kräftige Dornen. Die grösste Apikalborste ist etwa fünfmal so lang als die äussere dornförmige Borste und etwa $^2/_3$mal so lang als der ganze Körper. Sie trägt im Mittel-, die andere im Mittel- und Endabschnitte einige Nebendorne. Die innere Apikalborste bleibt sehr klein. Alle drei Borsten sind neben einander eingelenkt.[5])

---

ventralen Hinterrandes des ersten Segments (♀) halte ich für irrig, da es bei den *Canthocamptus*-Arten Regel ist, dass an dieser Stelle kein Dornenbesatz auftritt.

Brady sagt über die Ornamentik des Abdomens ungenau: „*lower border of each ring finely pectinated.*" In seinem Habitusbilde (♀) giebt er deshalb an, dass alle Segmente an ihrem Hinterrande mit je einer ununterbrochenen Reihe von Dornen bewehrt seien.

Bezüglich der Angabe v. Dadays über diese Verhältnisse vgl. Anm. 4 auf p. 22.

[1]) Erwähnt ist dieser Fortsatz nur von Fischer und Brady, gezeichnet nur von ersterem (Fig. 41) und Richard (Taf. VI, Fig. 3).

[2]) Brady zeichnet diese Dornen (Fig. 17) viel zu lang. Eine Andeutung derselben findet sich nur noch in Fischers Habituszeichnung.

[3]) Claus hat in seinem Habitusbilde des Männchens (Taf. XII, Fig. 4) das Operkulum irrtümlich als unbedornt dargestellt.

[4]) Zugleich sind diese beiden Dornen nur zu sehen, wenn sich das Tier in der Seitenlage befindet.

[5]) Ein wirklich richtiges Bild der Furka und ihrer Bewehrung hat bis jetzt kein einziger Forscher gegeben.

Fischer sagt, dass die äussere Apikalborste, die er in seiner Zeichnung nicht neben, sondern über der grösseren eingelenkt sein lässt, „nur etwa halb so lang" als die letztere sei. Seine Angabe, dass die Furka „sehr kurz" sei, ist nur relativ richtig.

Claus giebt die Länge der Furka in seinen Zeichnungen richtig an. Er scheint die innerste, dritte Apikalborste dagegen übersehen zu haben, denn er redet von „der inneren der beiden (!) Schwanzborsten." Nach seiner Angabe erreicht die äussere Borste „kaum den sechsten Teil" der mittleren; in seiner Zeichnung des Weibchens giebt er das Längenverhältnis dagegen wie 3 : 13 und in der Zeichnung des Männchens sogar wie 2 : 3 an.

Brady lässt in Fig. 1 die äussere Apikalborste über der mittleren, in Fig. 17 aber beide neben einander eingelenkt sein. Im Text giebt er letztere dreimal so lang an als erstere. Nach den Figuren ist das Längenverhältnis derselben dagegen etwas grösser. Die innerste Apikalborste hat er übersehen; die äussere zeichnet er unbedornt. Auch die übrige Bewehrung der Furka ist ungenau.

Nach Richard sollen sich die beiden grossen Furkalborsten ebenfalls nur etwa wie 1 : 3 (!) verhalten.

Bemerkt mag hier noch sein, dass bei den meisten der von mir untersuchten Tieren die sog. „helle Stelle“ über den Insertionsstellen der beiden grossen Apikalborsten, welche — wie bereits früher erwähnt — auch bei den *Harpacticiden* regelmässig auftritt, hier auffallender Weise nicht zu konstatieren war (wie dies auch in Taf. I, Fig. 1 angegeben ist).

Die ersten Antennen des Weibchens (Taf. I, Fig. 5) sind achtgliedrig und reichen zurückgeschlagen noch nicht bis zum Ende des ersten Vorderleibsabschnittes. Die einzelnen Segmente sind als langgestreckt zu bezeichnen. Der Sinneskolben des vierten Segments reicht etwa bis zum Ende des siebenten Ringes.

Der mittlere Abschnitt der männlichen Antenne (Taf. I, Fig. 6) ist im Vergleich zu dem entsprechenden anderer Arten (z. B. *Canth. crassus* und *northumbricus*) als relativ schlank zu bezeichnen. Der Fortsatz dieses Gliedes ist sehr lang. Der Sinneskolben desselben reicht etwa bis zur Spitze des Endgliedes.[1])

Die zweiten Antennen (Taf. I, Fig. 7): Der Hauptast ist dreigliedrig. Der Nebenast besteht aus zwei Segmenten, von welchen das erste ausser einigen feinen Dornen eine grössere Borste, das zweite drei Borsten trägt. Zwei dieser Borsten stehen apikal, die andern in der Mitte des Aussenrandes. Sämtliche Borsten tragen kurze Fiederdornen.[2])

Die Mundextremitäten (Taf. I, Fig. 8—11) sind wie bei den übrigen Arten gebaut (cf. p. 11 u. 12). Der Mandibularpalpus ist zweigliedrig mit der in Fig. 8 angegebenen Bewehrung.[3])

---

[1]) Wirklich genaue Abbildungen der ersten Antennen finden sich in der Litteratur nirgends. Bei weitem am besten sind noch die Zeichnungen, welche Brady giebt; aber auch sie können auf absolute Genauigkeit keinen Anspruch erheben. So fehlt z. B. in ihnen die Angabe des grossen Sinneskolbens der männlichen Antenne und die der Sinneskolben des letzten Segments beider Antennen etc.

Fischer lässt die Antennen aus „einem Basalgliede und acht äusseren (!) Gliedern bestehen“, Lilljeborg gar aus zehn Segmenten. Ersterer giebt den Sinneskolben des vierten Gliedes richtig an. Letzterer dagegen lässt an der entsprechenden Stelle drei (♀), resp. vier (♂) einfache Borsten entspringen. Nach Lilljeborgs Zeichnungen (Taf. XV, Fig. 14 resp. Taf. XVI, Fig. 2) soll übrigens das fünfte (♀) resp. das sechste (♂) Segment den Fortsatz haben, welcher die Borsten trägt!

Auf weitere Details der Zeichnungen dieser beiden und die der übrigen Forscher einzugehen, lohnt sich absolut nicht der Mühe; erwähnt mag nur sein, dass Vosselers Angabe, auch das dritte Segment sei mit einem Sinneskolben ausgerüstet, bereits auf p. 10 Anm. 6 richtig gestellt ist.

[2]) Fischer hat den Bau dieses nach seiner Meinung viergliedrigen Extremitätenpaares ganz falsch aufgefasst.

Lilljeborg zeichnet den Hauptast richtig drei-, den Nebenast dagegen fälschlich eingliedrig.

Claus giebt p. 119 den Hauptast irrtümlicher Weise als zweigliedrig an und den Nebenast lässt er mit sechs (!) Borsten bewehrt sein.

Nach Brady soll der Hauptast ebenfalls nur aus zwei Segmenten bestehen.

Vosseler meint, dass die zweiten Antennen nur „den Anfang eines Nebenastes“ zeigen.

[3]) Fischer hat den Bau der Mundteile in vielen Punkten falsch gedeutet. Lilljeborgs Zeichnungen dagegen, die fast aus derselben Zeit stammen, sind in den meisten Stücken richtig. Dasselbe ist von den Figuren von Claus zu sagen.

Brady zeichnet die Beborstung des Mandibularpalpus nicht vollkommen genau; er giebt weiter irrtümlich an, dass der Unterrand der Maxille *„a small bisetose tubercle“* trage, und meint endlich, dass der grosse Maxillarfuss aus drei (!) Segmenten bestehe.

v. Dadays Angabe: *„Palpis maxillaribus biramosis, uniarticulatis“* bezeichnet ein für *Canth. staphylinus* durchaus nicht spezifisches, sondern ein generelles Verhältnis.

Schwimmfüsse: (Taf. I, Fig. 12—18). Die Aussenäste sind sämtlich dreigliedrig. Die Innenäste des zweiten Paares beim Männchen und des vierten Paares in beiden Geschlechtern sind zweigliedrig; die übrigen bestehen aus je drei Segmenten.

Die Füsse des ersten Paares (Taf. I, Fig. 12) sind bei Männchen und Weibchen gleich gebaut.[1]) Das zweite Glied des Aussenastes trägt innen eine Fiederborste, das dritte Glied am apikalen Ende zwei gekniete Borsten und einen kürzeren Dorn.

Der Innenast übertrifft den Aussenast bedeutend an Länge. Das erste Glied, welches bis zur Mitte oder zum Ende des dritten Aussenastsegments reicht, ist besonders kräftig und innen mit einer Borste bewehrt. Die beiden anderen Glieder sind viel schmaler und tragen an ihren Innenrändern je eine Fiederborste. Das dritte, welches das vorhergehende an Länge übertrifft, trägt am Ende ausserdem noch eine innere gekniete Borste und einen äusseren kräftigen Stachel.

Das letzte Aussenastglied des zweiten Paares, welches, wie auch an den folgenden Paaren, beim Männchen im Basalteile stark verengt ist, trägt am apikalen Ende drei Anhänge mit der in der Zeichnung (Taf. I, Fig. 13) angegebenen Befiederung und am Innenrande eine Fiederborste. Beim Weibchen[2]) ist der Innenast, welcher bis über die Mitte des dritten Aussenastsegments reicht, dreigliedrig. Die beiden ersten Glieder sind am Innenrande mit je einer und das dritte Segment mit zwei Borsten bewehrt. Mit Ausnahme der oberen Borste des dritten Gliedes sind alle diese Anhänge mehr oder weniger stark mit langen Fiederhärchen besetzt. Ausserdem tragen die Endpartien dieser Borsten, ebenso wie die Innenrandborsten des Aussenastes noch eine nach innen gerichtete kurze Reihe sehr feiner hyaliner Dornen. Das Endsegment des Innenastes trägt ferner an dem apikalen Ende einen kurzen Dorn und zwei (gewöhnliche) Fiederborsten.

Beim Männchen zeigt der Innenast (Taf. I, Fig. 15) einen vollkommen abweichenden Bau. Er besteht aus nur zwei Gliedern. Das erste kurze Segment trägt wie beim Weibchen am Innenrande eine Fiederborste. Das zweite Glied ist den beiden im anderen Geschlechte selbständigen Segmenten homolog. Die Verschmelzungsstelle wird noch durch zwei stärker chitinisierte Höcker an den sehr unregelmässig gebildeten Rändern angedeutet. Etwas oberhalb der Mitte des Innenrandes befindet sich eine Fiederborste; unterhalb derselben ist der Rand zu einem dornartigen, gebogenen Vorsprunge ausgezogen, unter welchem eine etwas gebogene Fiederborste inseriert ist. Das apikale Ende trägt innen eine kürzere, gleichfalls gekrümmte und aussen eine sehr lange, gerade Fiederborste.[3])

---

[1]) Fischer ist über den Bau der Fusspaare vollkommen im Unklaren geblieben; seine Angaben können also hier wie bei der Beschreibung der folgenden Fusspaare vollkommen übergangen werden.

Lilljeborgs Zeichnung (Taf. XV, Fig. 16) des ersten Fusspaares ist fast vollkommen richtig.

Die Darstellung von Claus (Taf. XII, Fig. 6) dagegen ist sehr mangelhaft.

Bradys Zeichnung ist bis auf die Befiederung einzelner Anhänge vollkommen genau.

[2]) Brady bildet in Fig. 10 nicht — wie er angiebt — einen Fuss des dritten, sondern des zweiten Paares ab. Es ergiebt sich dies aus der Länge des Innenastes, der Bewehrung des letzten Aussenastgliedes und dem Dorne des zweiten Basalsegments. Die feineren Verhältnisse in der Bewehrung der Borsten hat er ganz unbeachtet gelassen. — Die übrigen Forscher haben diesem Fusspaare keine eingehende Beachtung geschenkt.

[3]) Den abweichenden Bau dieses Innenastes hat nur Brady beobachtet und angegeben. Er glaubt jedoch, dass das zweite Glied aus zwei undeutlich geschiedenen Segmenten bestehe, während ich eine Grenze zwischen den beiden ehemals selb-

Beim dritten Fusspaare ist die Bewehrung des letzten Aussenastgliedes dieselbe wie beim vorhergehenden Paare, jedoch mit dem Unterschiede, dass hier am Innenrande zwei Borsten auftreten. Beim Männchen sind in der Regel beide, beim Weibchen stets nur die untere so befiedert, wie die Innenrandborsten des zweiten Paares. Die obere Borste zeigt beim Weibchen stets, beim Männchen wohl nur ausnahmsweise,¹) eine doppelte Bewehrung. Ausser den normalen beiden Reihen zarter Fiederborsten tritt hier nämlich noch eine dritte aus kurzen Dornen bestehende Reihe von Fiedern auf. (Vergl. die Zeichnung des vierten Fusspaares (Taf. I, Fig. 17), bei welchem dieselbe Erscheinung zu beobachten ist.)

Der Innenast ist beim Weibchen genau so gebildet und bewehrt wie der des zweiten Paares; jedoch ist er etwas kürzer als jener: er reicht mit seiner apikalen Spitze nämlich noch nicht bis zur Mitte des dritten Aussenastsegments.²)

Beim Männchen (Taf. I, Fig. 16) ist der Innenast ebenfalls dreigliedrig. Das erste Segment ist kurz und ohne Bewehrung; seine äussere apikale Ecke ist in einen abgerundeten Fortsatz ausgezogen, welcher ebenso wie der spitze Fortsatz der entsprechenden Partie des zweiten Gliedes die Aufgabe hat, eine Biegung der Segmente zwei und drei nach aussen zu verhindern. Das bedeutend längere zweite Glied ist innen in einen ausserordentlich starken Fortsatz ausgezogen, der das Ende des dritten Gliedes weit überragt. Letzteres hat die Form einer Lanzette, die an ihrem apikalen Ende zwei sehr zarte, leicht zerbrechliche Anhänge trägt, nämlich eine kürzere, innere und eine grössere, äussere Borste.³) Der Fortsatz des zweiten Gliedes bildet mit dem dritten Segmente also — wie auch in der Genusdiagnose bemerkt ist — eine Art Schere. Ob diese Einrichtung ähnlich funktioniert, wie der scherenförmig gebildete fünfte linke Fuss bei den *Diaptomus*-Arten — ihm liegt bekanntlich die Arbeit ob, die austretende Spermatophore zu erfassen und an den Porus des weiblichen Genitalsegments zu führen — ist bisher noch nicht festgestellt worden.

Der Aussenast des vierten Fusspaares (Taf. I, Fig. 17) ist beim Männchen genau so bewehrt als der des dritten bei demselben Geschlechte.⁴) Auch zwischen den Aussenästen des dritten und vierten Fusspaares beim Weibchen herrscht fast vollkommene Übereinstimmung. Während aber am dritten Fusspaare die untere Innenrandsborste des Endgliedes eine einfache und gerade Fiederborste darstellt, so ist hier dieselbe stets charakteristisch nach innen gebogen, ohne grössere Fiedern, wohl aber nach der

---

ständigen, jetzt aber nur noch durch zwei Höcker angedeuteten Abschnitten nicht mehr erkennen konnte. Den „dornartigen Vorsprung" zeichnet er als selbständiges Anhangsgebilde.

¹) Zu dieser Annahme veranlassen mich die Verhältnisse des vierten Paares, s. das.

²) Lilljeborgs Zeichnung des dritten weiblichen Fusses ist bis auf einige Details richtig. Auch von Claus (Taf. XII, Fig. 7) ist die Bewehrung des Aussenastes bis auf die Längen und die Befiederung der einzelnen Anhänge richtig angegeben.

³) Von allen Forschern haben diese eigentümlichen Verhältnisse nur Claus, Brady und Vosseler beachtet. Ersterer giebt (Taf. XII, Fig. 7) eine Abbildung, in welcher aber die beiden Endborsten des dritten Segments weggelassen sind.

Brady zeichnet irrtümlich nur eine Endborste.

Vosseler begnügt sich mit der Angabe, dass dieser Innenast zu einem Greiforgan umgewandelt sei.

⁴) Die obere Innenrandborste des Endgliedes zeigt hier aber nie die charakteristische Bewehrung wie beim Weibchen.

Innenseite zu in den letzten zwei Dritteln mit einer Reihe kurzer Dörnchen ausgerüstet. Auch die obere Borste, deren charakteristische Bewehrung schon oben angegeben, ist etwas nach innen gebogen.

Der Innenast ist in beiden Geschlechtern nur etwa so lang als das erste Aussenastsegment und zweigliedrig. Das Endglied übertrifft das erste, besonders beim Männchen, bei weitem an Länge. Die Bewehrung dagegen ist in beiden Geschlechtern total verschieden.

Beim Weibchen trägt das erste Glied am Innenrande eine Fiederborste, und das Endglied ist — abgesehen von einer etwas grösseren Länge der oberen Innenrandborste — genau so bewehrt wie die homologen Äste des zweiten und dritten weiblichen Fusspaares.

Beim Männchen (Taf. I, Fig. 18) ist die äussere apikale Ecke des ersten Segments dornartig vorgezogen. Die entsprechende Ecke des zweiten Segments ist zu einem starken, gebogenen, hakenartigen Fortsatze ausgezogen, neben welchem nach innen zu eine lange, nackte Borste inseriert ist. Neben derselben ist eine ebensolche, aber etwas kürzere Borste eingelenkt. Einige systematisch unwichtige Dornen treten an den Rändern auf.[1]

Fünftes Fusspaar: Beim Weibchen (Taf. I, Fig. 19) ist die innere Partie des Basalsegments nur wenig nach unten verlängert und mit sechs Borsten bewehrt. Nach ihrer Länge geordnet folgen dieselben — von aussen nach innen gezählt — wie folgt aufeinander: 3, 4, 5, 1, 6, 2. Die zweite Borste ist nur selten mit einigen Nebendörnchen versehen und von auffallender Kürze. In einigen von mir beobachteten Fällen[2] hatte sie nur die Grösse des kurzen Dornes, welcher oft noch neben der äussersten Borste zu beobachten ist. Ihr völlig konstantes Auftreten und ihre Einlenkung zeigen an, dass wir es hier mit einem durchaus charakteristischen Anhangsgebild zu thun haben, was von dem erwähnten Dörnchen nicht gilt. Die übrigen Borsten sind sehr kräftig und stets mit Fiederdornen besetzt.

Zwischen der dritten und der vierten Borste bemerkt man in der Regel einen Zwischenraum. Die mittlere Partie des freien Segmentrandes dieser Stelle ist nur schwach chitinisiert, erscheint also nicht doppelt konturiert. Schon der Zwischenraum an sich, besonders aber die Bildung dieser Randpartie lassen hier einen Anhang vermuten. Dass es sich hier um ein ausserordentlich zartes Gebilde handeln müsste, war mir von vorneherein sicher, denn eine so resistente Borste, wie die übrigen es sind, würde nicht bei sorgfältigster Präparation in so vielen Fällen abgebrochen sein. Ein solches nachzuweisen gelang mir erst nach vieler Mühe und langer Beobachtung. Bei einem Exemplare, dann noch bei einem zweiten sah ich — und zwar an beiden Füssen — an dieser Stelle in voller Deutlichkeit einen breiten und langen hyalinen Kolben. Dass dieses Gebilde ein Sinnesorgan ist wie die hyalinen Kolben und Härchen, welche an anderen Stellen des Körpers auftreten, steht vollkommen fest. Seine ganze Struktur deutet darauf hin. Es ist von ausserordentlicher Zartheit und bricht schon bei der leisesten Berührung ab, ein Umstand, der es erklärlich macht, dass es nur in ganz seltenen Fällen zu beobachten ist. Geringe Überbleibsel des abgebrochenen Kolbens lassen sich übrigens häufiger konstatieren.

---

[1] Den auffallenden Dimorphismus im Baue der Innenäste des vierten Fusspaares bei beiden Geschlechtern hat nur Brady noch beachtet. Seine Zeichnungen stimmen mit den meinigen in allen wesentlichen Punkten überein.

Lilljeborg giebt eine gute Abbildung auch des vierten (♀) Fusspaares. Die Angaben aller übrigen Forscher über dasselbe beziehen sich nur auf die Zweigliedrigkeit und Kürze des Innenastes.

[2] Nämlich bei Tieren aus dem Schulensee in der Nähe von Kiel, die ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Dr. Apstein verdanke.

Das Auftreten so gestalteter Sinnesorgane an den Füssen des fünften Paares ist ganz ausserordentlich interessant; denn nicht allein bei keiner weiteren *Harpacticiden*-Art des Süsswassers, sondern auch — soweit meine Kenntnis reicht — bei keiner anderen *Copepoden*-Art[1]) überhaupt sind solche bisher beobachtet worden.

Welche Funktion diesem Organe zukommt, ist natürlich nicht zu sagen. Aus seiner Stellung über den weiblichen Genitalöffnungen lässt sich vermuten, dass es in irgend einer Beziehung zum Geschlechtsleben stehen. Der Umstand, dass es bei den meisten Individuen vollkommen abgebrochen oder doch arg verletzt ist, scheint mir darauf hinzudeuten, dass diese Verstümmelung bei der Copulation geschieht.

Am Unterrande des äusseren Abschnittes des Basalsegments finden sich regelmässig drei kurze Dornen.

Das zweite Segment hat die Form einer mehr oder weniger breiten Ellipse. In einigen Fällen (bei Exemplaren aus dem Schulensee) war die Breite im Verhältnis zur Länge ausserordentlich gross (Taf. I, Fig. 19a). Am Aussenrande treten in regelmässigen Abständen drei Dornen auf. Ein bei weitem längerer Dorn findet sich am apikalen Ende und ein sehr kurzer am unteren Teile des Innenrandes. Die vier zuerst erwähnten Anhänge sind in ihren zweiten Hälften mit Fiederdornen besetzt. Den vierten Anhang hab ich zwar jederzeit nackt gefunden; es wird jedoch, genau wie bei der oben erwähnten kurzen Borste am Unterrande des ersten Segments, wohl auch bei ihm ab und zu eine geringe Befiederung auftreten. Über der obersten Aussenrandborste und am Innenrande treten noch einige kurze Dörnchen auf, die aber, da ihre Anzahl und Stellung ungemein schwanken, ohne systematische Bedeutung sind.

Die angegebene Stellung der charakteristischen Borsten ist die normale. Bei einigen Exemplaren (aus dem Schulensee) sah ich aber (Taf. I, Fig. 19a), wie die unterste Aussenrandborste an die am weitesten hervorspringende distale Ecke, und die normale Apikalborste an den Innenrand gerückt waren.[2])

---

[1]) Erwähnt mag hier sein, dass am fünften Fusspaare aller *Diaptomus*-Arten genau dieselben Sinneshärchen und Sinnesdornen wie am Körper auftreten. Das Vorkommen dieser Härchen und Dornen ist zwar schon längst bekannt. Die Sinnesnatur derselben aber war unbekannt.

[2]) Wie sich schon aus obigen Angaben ergieht, ist die Anwesenheit des hyalinen Kolbens am Basalsegmente bisher noch von keinem Forscher beobachtet worden. Aber auch der Zwischenraum, welcher sich zeigt, wenn dieses Organ abgebrochen ist und die Bildung des Randes des Basalsegments an dieser Stellle sind meist unbeachtet geblieben.

Fischers Zeichnung in seinem Habitusbilde und die Lilljeborgs (Taf. XV, Fig. 13) lassen den feineren Bau des fünften weiblichen Fusspaares nicht erkennen. Ihre Angaben über die Bewehrung der beiden Segmente sind teils ungenau und unvollständig, teils sogar unrichtig.

Claus' Zeichnung (Taf. XII, Fig 12) ist ebenfalls nicht frei von Fehlern. So sind z. B. seine Angaben über die

Das fünfte Fusspaar des Männchens: (Taf. I, Fig. 20). Die wie beim Weibchen nach unten nur wenig verlängerte Innenpartie des ersten Segments trägt, abgesehen von einigen nicht konstanten Dörnchen, nur zwei grössere mit Fiederdornen besetzte Anhänge, nämlich einen äusseren, kürzeren und einen inneren, doppelt so langen, kräftigen Dorn. Am Unterrande der äusseren Partie dieses Segments finden sich gleichfalls einige kurze Zähnchen.

Das zweite Glied ist viel schmaler als beim Weibchen. Die Bewehrung des Aussenrandes ist die gleiche wie dort. Der apikale Dorn ist hier etwas kürzer, und der Innenrand trägt ausser jenem kleinen, auch im anderen Geschlechte auftretenden, hier aber in der Regel befiederten Dorne noch eine lange, sehr zarte, in einem tiefen Einschnitte inserierte Borste, die in ihrer apikalen Hälfte mit zarten, langen Fiederhärchen besetzt ist. Die Vermutung, dass diese Borste eine sekundäre sexuelle Bedeutung habe, dürfte einige Wahrscheinlichkeit haben.[1])

Der Eiballen ist aus einer grossen Anzahl von Eiern zusammengesetzt.

Die Spermatophore (Taf. III, Fig. 18) ist die grösste, welche bei allen bekannten Süsswasser-*Harpacticiden* anzutreffen ist. Sie bildet einen sehr dickwandigen, langen, etwas gekrümmten Schlauch, der vorn in einen engen Kanal ausläuft. Da bei *Canth. staphylinus* der Klebstoff in relativ sehr grosser Menge abgesondert wird, welcher meist den ganzen vorderen Abschnitt der Spermatophore umfliesst, so bleibt dieselbe meist noch sehr lange nach ihrer Entleerung an der weiblichen Geschlechtsöffnung haften und erscheint dann in allen Teilen von fast gleicher Stärke, nicht unähnlich der Scheide eines Krummsäbels.

Grösse: Das kleinste von mir beobachtete, aus dem Schulensee bei Kiel stammende Weibchen, mass 0,65 mm; die durchschnittliche Grösse beträgt sonst circa 0.9 mm. Das Männchen misst 0.6—0.8 mm.

---

relativen Längen der Borsten des ersten Segments durchaus unrichtig; der charakteristische „Zwischenraum“ zwischen der dritten und vierten Borste fehlt; den Innenrand des zweiten Segments lässt er mit drei ziemlich gleich langen Dornen bewehrt sein u. s. w.

In Bradys Figur hat das Basalsegment ganz unrichtige Form. Den Zwischenraum zwischen der dritten und vierten Borste dieses Segments giebt er nicht an; auch fasst er die kurze zweite Borste nicht als charakteristisch auf. Für den Innenrand des zweiten Segments giebt er zwei kurze Borsten an; charakteristisch ist nur eine; die andere, oder die anderen treten nicht konstant auf.

Auch Richards Figur ist nicht vollkommen genau. So zeichnet er — um nur eins zu erwähnen — an Stelle des winzigen Dorns neben der äussersten Borste der Innenpartie des ersten Segments und der zweiten Borste dornförmige Vorsprünge des freien Randes.

v. Daday erwähnt das fünfte Fusspaar in seiner Diagnose überhaupt nicht, und Vosseler sagt von ihm nur, dass es „plattenförmig und beim Weibchen sehr gross“ (!) sei.

[1]) Die starken Differenzen im Bau des fünften Fusspaares bei Männchen und Weibchen sind den meisten Forschern entweder vollkommen unbekannt geblieben, oder doch nicht zur vollen Klarheit gekommen.

Claus sagt von den Füssen des Männchens nur: „sie sind auffallend kleiner (als beim Weibchen), ihr Basalglied ist schmäler und nur mit zwei Borsten besetzt.“ Die abweichende Bewehrung des Endsegments hat er nicht gekannt.

v. Daday, Vosseler, Richard (ganz abgesehen von Fischer und Lilljeborg) erwähnen sie gar nicht.

Zeichnungen des fünften männlichen Fusses geben allein Claus, Brady und Hoek. Die Darstellung des ersteren in seinem Habitusbilde des Männchens ist ganz unbrauchbar. Die Figur Hoeks ist gut, jedoch zeichnet er die zarte Fiederborste am Innenrande des Endgliedes viel zu kurz; auch er hat die Aussenborste des Basalsegments übersehen und dem Segmente selbst ganz falsche Umrisse gegeben.

Färbung: Die Tiere sind meist von schmutzig grauer Farbe. Selten finden sich Individuen, deren Panzer schön blau gefärbt ist; Furka und Extremitätenpaare dagegen zeigen sehr oft diese Färbung. In einigen kleineren Gewässern fand ich durch zahlreiche Fetttropfen rot gefärbte Exemplare.[1])

Das leichteste Erkennungsmerkmal sind die dornartigen Verlängerungen der hinteren Ecken des letzten Abdominalsegments; sodann kommen die langgestreckten Furkalglieder und der Bau des fünften Fusspaares in Betracht. Die befruchteten Weibchen sind leicht an der grosssen Spermatophore, die meist am Porus klebt, zu erkennen.

Verbreitung: *Canth. staphylinus* ist — wie bereits einleitend bemerkt — die gemeinste deutsche *Copepoden*-Art. Sie findet sich vorzüglich in kleineren Gewässern, seltener in grösseren Seen.

2. Canthocamptus minutus Claus (non O. F. Müller).

Taf. II, Fig. 1—14.

1863. *Canthocamptus minutus* Claus, d. freileb. *Copep.* p. 122. Taf. XII, Fig. 1—3, Taf. XIII, Fig. 1.
1875. „ *minutus* Ulianin, Crustac. v. Turkestan p. 26. Taf. VII, Fig. 1 u. 2.
1880. „ *lucidulus* Rehberg, Beitr. z. Kenntn. p. 551.
1885. „ *minutus* v. Daday, Monogr. *Eucopep.* p. 287—288.
1891. „ *minutus* Richard, Recherch. sur les *Copép.* p. 245—246.

Bemerkungen zu den Synonyma.

Wie viele andere Forscher, so glaubte auch Rehberg in *Canth. staphylinus* Jurine den von O. F. Müller aufgestellten *Cyclops (Canth.) minutus* wiederzuerkennen. Dem Gesetze der Priorität zufolge wendete er deshalb die Müllersche Bezeichnung für diese Art wieder an. Die von Claus aufgestellte Art, *Canth. minutus*, musste deshalb — da ja der Name „*minutus*“ seiner Meinung nach einer älteren Form zukam — neu benannt werden. Er schlug für dieselbe die Bezeichnung *Canth. lucidulus* vor.

Das Rehbergsche Vorgehen müsste unbedingt gebilligt werden, falls sich nachweisen liesse, dass *Canth. staphylinus* Jurine mit *Cyclops (Canth.) minutus* Müller wirklich identisch sei. Das ist aber, wie bereits früher eingehend dargelegt (cf. p. 18), absolut unmöglich. Für die neuere Forschung existiert eine zweite gleichbezeichnete Art überhaupt nicht. Müllers Form ist absolut unbestimmbar. Sie einer der jetzt sicher bekannten Arten (etwa *Canth. staphylinus* Jurine) gleichstellen zu wollen, ist als vollkommen ausgeschlossen zu betrachten; sie hat nur allein noch historisches Interesse. Die Bezeichnung „*minutus*“ ist also in der That noch nicht vergeben, und der Rehbergsche Name „*lucidulus*“ ist desshalb zu Gunsten der ältesten Bezeichnung für vorliegende Art, *Canth. minutus* Claus, zu streichen. Auch v. Daday und Richard haben in diesem Sinne gehandelt.

---

[1]) cf. Teil I. p. 44. — Brady neigt zu der Ansicht, dass die Färbung von den Pflanzen und Infusorien (?) abhängig sei, welche das Tier verzehrt.

Brady führt — wie schon erwähnt — *Canth. minutus* Ulianin als seinem *Canth. minutus* (d. i. *Canth. staphylinus* Jurine) fraglich synonym an. Aus den beiden vortrefflichen Habitusbildern Ulianins, im besonderen aus der Bewehrung der Analklappen mit zweispitzigen Dornen, geht aber mit Bestimmheit hervor, dass die Form des russischen Forschers mit *Canth. staphylinus* nichts zu thun hat, sondern vielmehr fraglos mit der vorliegenden Art identisch ist.

Hätte v. Daday von seinem *Canth. minutus* nicht angegeben, dass das Analoperkulum mit zweispitzigen Stacheln ausgerüstet sei (cf. p. 33, Anm. 3), so würde man an eine Identität dieser Form mit der gleichnamigen Clausschen Art nicht denken können. Die bezüglichen Angaben in den Fussnoten zu nachfolgender Charakteristik dürften mein Urteil als gerechtfertigt erscheinen lassen.

Dasselbe gilt — wie bereits früher ausgesprochen[1]) — von der unter der Bezeichnung *Canth. minutus* Claus var. nicht ausreichend beschriebenen Form, welche R. Schneider in den Rhizomorphen der Kohlengruben bei Burgk gefunden hat.[2]) Nach den Angaben des Autors soll sich diese Varietät von der typischen Form unterscheiden durch ein kräftiger entwickeltes Rostrum, durch ein stark verkümmertes Auge und durch Farblosigkeit und Durchsichtigkeit des Körpers. Diese Differenzen dürften wohl zur Aufstellung einer besonderen Varietät hinreichend sein, aber aus den beigegebenen Abbildungen (Taf. VII, Fig. 2a und b) geht hervor, dass Schneider bei seiner Vergleichung *Canth. minutus* Claus überhaupt nicht vorgelegen hat. Denn nach Fig. 2b sollen — ganz abgesehen davon, dass Schneider die Furka der typischen Form als aus mehreren Ringen bestehend darstellt — die Hinterränder der Cephalothoraxsegmente der von ihm vergleichsweise herangezogenen Tiere mit feinen Dornen bewehrt und die Abdominalringe ausgezackt sein; beides Eigentümlichkeiten, welche dem typischen *Canth. minutus* nicht zukommen.[3]) Da dieselben Merkmale auch der Varietät eigen sein sollen, so muss dieselbe ebenso wie die zum Vergleich benutzte *Harpacticiden*-Form als unbestimmbar bezeichnet werden.[4]) Die subterrane Form ist also nicht eine Varietät von *Canth. minutus*, sondern — selbstverständlich vorausgesetzt, dass die Schneiderschen Bilder richtig sind, und das ist natürlich anzunehmen — von einer anderen Art, oder gar eine andere Art selbst.

---

[1]) Teil I, p. 13.

[2]) R. Schneider, Amphibisches Leben in den Rhizomorphen bei Burgk.

[3]) Da Schneider *Canth. minutus* Claus als eine „oberirdisch allgemein verbreitete Form“ bezeichnet, so möchte ich, da dies für diese Art nicht zutrifft, sondern nur allein für *Canth. staphylinus*, annehmen, dass ihm letztgenannte Spezies zu Vergleich vorgelegen hat.

[4]) Leider war Herr Dr. Schneider nicht imstande, mir Material dieses unterirdisch lebenden *Copepoden* zur Bearbeitung zu übersenden.

Alle übrigen *Copepoden*-Formen, welche von anderen als den in obigem Verzeichnisse der Synonyma genannten Forschern unter der Bezeichnung *Canth. (Cyclops, Cyclopsine* oder *Doris) minutus* beschrieben oder erwähnt worden sind, haben mit der vorliegenden Art nachweisbar nichts zu thun (cf. die „Bemerkungen zu den Synonyma“ von *Canth staphylinus* Jurine p. 17.

Charakteristik der Art.

Vorder- und Hinterleib sind fast von derselben Breite, so dass das ganze Tier ein ausserordentlich schlankes Aussehen erhält.[1]) Beim abgestorbenen Tiere sind beide Körperabschnitte in einem sehr spitzen Winkel einander zugeneigt.

Dem Cephalothorax fehlt, abgesehen von den Sinneshärchen, jede Ornamentik. Die hinteren Ecken der Segmente sind abgerundet und nicht verlängert. Die Hinterränder sind nicht ausgezackt. Das Rostrum ist kurz.

Abdomen (Taf. II, Fig. 1 u. 2). Zwei seitlich beginnende und sich über einen Teil der dorsalen Fläche hinziehende Chitinspangen oberhalb der Mitte des ersten weiblichen Segments bezeichnen die Verschmelzungsstelle der beiden ehemals selbständigen Ringe. Begleitet werden diese Spangen von einer kurzen Reihe zarter Dornen (ca. 7). Am ersten Abdominalsegmente des Männchens, welches ja der oberen Partie des ersten weiblichen homolog ist, ist derselbe Dornenbesatz wahrzunehmen. Die Hinterränder der übrigen Segmente tragen gleichfalls teilweise Dornenbesatz. Am ersten und zweiten Segmente des weiblichen Körpers ist jederseits eine Reihe Dornen zu beobachten; nur wenige derselben sind aber zu erblicken, wenn sich das Tier in der Rücken- oder Bauchlage befindet. Am dritten Ringe sind die Verhältnisse ganz ähnliche; nur erstreckt sich hier der Dornenbesatz über den ganzen ventralen Hinterrand. Die Ornamentik der Segmente zwei bis vier beim Männchen ist die gleiche wie die des dritten Ringes beim Weibchen. Die ventralen Dornen des vorletzten Segments sind in beiden Geschlechtern kürzer als die seitlichen. Während sich am Hinterrande des letzten Abschnittes, auf dessen Ventralseite sich oft noch eine Chitinverdickung findet, beim Weibchen seitlich (ähnlich wie am ersten und zweiten Segmente) nur einige, grosse Dornen finden, trägt beim Männchen der ganze laterale Rand dieses Segments kräftigen Dornenbesatz.

Ausserordentlich charakteristisch ist die Bewehrung des freien Randes der Analklappen. Dieselbe besteht aus grossen, zweispitzigen Stacheln, zu deren Seiten sich oft noch je ein einfacher, kleinerer Dorn befindet. Die Zahl der zweispitzigen Stacheln beträgt in der Regel sieben. Jeder dieser Stacheln scheint[2]) ein sekundäres Gebilde zu sein, entstanden durch die Verschmelzung zweier benachbarter Dornen, deren Spitzen selbständig geblieben sind.[3])

---

[1]) Die Habitusbilder von Claus und Ulianin sind sehr naturgetreu.

[2]) Einschlägige Untersuchungen konnte ich wegen Mangel an geeignetem Materiale (Jugendformen) nicht anstellen.

[3]) Claus giebt in seinen Habitusbildern die Ornamentik der Abdominalsegmente ungenau an: Nach seiner Fig. 1 auf Taf. XII ziehen sich beim Männchen die Dornenreihen des zweiten bis vierten Segments auch über die dorsale Seite hinweg und

Neben den weiblichen Geschlechtsöffnungen ist nur je eine befiederte Borste eingelenkt. Von den drei Anhängen der Genitalklappen des Männchens (Taf. II, Fig. 3) ist der mittlere der längste.

Jene Reihen feinster Dornen, welche sich bei einigen anderen Arten *(Canth. staphylinus, trispinosus* etc.) auf den dorsalen Chitinplatten der Cephalothoraxsegmente und den Abdominalringen vorfinden, habe ich bei *Canth. minutus* nicht konstatieren können.

Die Bildung der Furka differiert in beiden Geschlechtern ganz ausserordentlich. Die des Weibchens (Taf. II, Fig. 1 und 1a) verschmälert sich nach dem Ende zu sehr stark, so dass sie fast die Form eines abgestumpften Kegels zeigt. Am Aussenrande jedes Zweiges sind neben zwei langen Borsten noch einige kleine Dornen eingelenkt. Drei ebensolche Dornen finden sich auf der ventralen Seite. Während bei den übrigen (deutschen) Arten die Apikalborsten dem Ende der Furka aufsitzen, sind sie hier mit der ventralen, stark cuticularisierten Furkalfläche verwachsen, und zwar ist die äussere Borste über der mittleren inseriert. Beide verhalten sich hinsichtlich ihrer Längen ungefähr wie 2 : 5 und sind mit einigen, sehr kurzen Fiederdornen besetzt. Die mittlere Borste erreicht fast die Länge des gesamten Körpers mit Ausschluss des ersten Cephalothoraxsegments. Die äussere und die sehr kurze, innere Borste sind an ihrer Basis etwas verdickt.

Die Furka des Männchens (Taf. II, Fig. 2) zeigt im optischen Querschnitte dagegen die Form eines Vierecks. Die Apikalborsten sitzen nicht der Unterseite auf, sondern sind neben einander eingelenkt. Die Längen der beiden entwickelten derselben verhalten sich etwa wie 2 : 1. Der Besatz mit Nebendörnchen ist hier noch sparsamer als beim Weibchen. Am inneren und unteren Furkalrande finden sich noch etliche Dornen. Der Aussenrand ist wie beim Weibchen bewehrt.[1])

Die ersten Antennen des Weibchens zeigen den typischen Bau. Der Sinneskolben des vierten Segments reicht fast bis zum apikalen Ende. Sämtliche Borsten sind als kurz zu bezeichnen; dasselbe gilt auch von den Antennen des Männchens (Taf. II, Fig. 4). Das vierte Glied derselben ist nach aussen nicht in besonderem Masse erweitert. Der Sinneskolben dieses Abschnittes, von welchem eine Borste wie bei mehreren anderen Arten zu einem kurzen Dorne reduziert ist, reicht bis zum apikalen Ende der Antenne. Das siebente und achte Segment sind innig mit einander verschmolzen. Eine eigentümliche Verbreiterung in der oberen Partie des siebenten Antennenabschnittes repräsentiert

---

nach Fig. 1 auf Taf. XII bilden sämtliche Dornenreihen des weiblichen Abdomens geschlossene Ringe. Obwohl er ferner zwar in seiner Diagnose angiebt, dass die Dornen „des letzten Segmentes (!) zweizackig“ seien, ist in seinen Zeichnungen nichts davon zu erkennen.

Ulianin giebt die Ornamentik in seinen Habitusbildern bis auf die Anzahl der Dornen der Analklappe genau so an, wie ich sie soeben geschildert habe.

Was v. Daday mit der Angabe meint: „*segmento abdominali ultimo processu parvo*“ ist mir ganz unverständlich. Es kann sich dies eigentlich nur auf *Canth. staphylinus* beziehen. Seine weitere Angabe: „*segmento abdominali ultimo . . . . margine posteriori* (!) *setis apice furcatis armato*“ ist sehr ungenau.

[1]) Claus erwähnt in seiner Diagnose die Differenzen in der Bildung der Furka bei beiden Geschlechtern nicht; in seinen beiden Habitusbildern hat er aber dieselben deutlich zum Ausdruck gebracht. Die Furka des Männchens zeichnet er dagegen etwas zu lang; auch hat er hier versäumt, die innerste Apikalborste und die „geknöpfte“ Borste der dorsalen Fläche anzugeben.

Auch die Zeichnungen Ulianins lassen die Unterschiede ziemlich deutlich erkennen; die dorsale Borste an der Furka des Weibchens hat er gleichfalls übersehen.

Richard erwähnt nichts von diesen Differenzen.

v. Dadays Angabe: „ramis caudalibus . . . . margine . . . . interiori vero hamulo armatis“ beruht sicher auf einem Irrtume.

ein charakteristisches Merkmal ersten Grades.[1]) Die Verbreiterung gehört dem Innenrande an und setzt sich deutlich von dem eigentlichen Segmente ab. Sie hat, in geeigneter Lage betrachtet, ungefähr die Form eines gleichschenkligen Dreieks; die freie Längsseite ist stark chitinisiert, während die Basis nur sehr zart cuticularisiert erscheint.

Zweite Antennen. Der Nebenast (Taf. II, Fig. 5) ist zweigliedrig, genau so gebaut wie bei *Canth. staphylinus*; der Hauptast ist dreigliedrig.[2])

Der Mandibularpalpus (Taf. II, Fig. 5a) ist nur eingliedrig. Die Verschmelzungsstelle der beiden primitiven Segmente wird noch durch einige sehr feine Börstchen angedeutet. Am distalen Ende sind vier Borsten inseriert.

Die übrigen Mundgliedmassen sind vollkommen übereinstimmend mit denjenigen der anderen Arten gebaut. (cf. Taf. I, Fig. 9—11.)

Schwimmfüsse: Die Aussenäste sind sämtlich dreigliedrig, ebenso die Innenäste mit Ausnahme der des vierten Paares bei beiden Geschlechtern und des zweiten Paares beim Männchen, welche nur aus zwei Segmenten bestehen.

Der Innenast des ersten Paares (Taf. II, Fig. 6) überragt den Aussenast nur wenig. Die Bewehrung beider Äste ist dieselbe wie bei *Canth. staphylinus*.

Die Endglieder der Aussenäste (Taf. II, Fig. 8 u. 10) der folgenden Paare sind an der apikalen Spitze je mit einem kürzeren und einem längeren Dorne und einer Fiederborste bewehrt; am Innenrande finden sich beim zweiten Paare eine Borste, an den beiden folgenden aber je zwei Borsten, welche sämtlich die auch bei anderen Arten anzutreffende Bewehrung des Endabschnittes mit je einer Reihe feinster Dornen zeigen; am Aussenrande treten beim zweiten und dritten Paare zwei Dornen auf, am letzten Paare aber nur deren einer.

Die Innenäste des zweiten und dritten Paares beim Weibchen (Taf. II, Fig. 9) sind dreigliedrig, und etwa so lang wie die zwei ersten Segmente ihrer Aussenäste. Jedes der beiden ersten Glieder trägt eine Innenrandborste. Das dritte Segment ist innen mit einer (beim zweiten Paare) oder zwei Borsten (beim dritten Paare) bewehrt; die Spitze trägt eine innere, kürzere und eine äussere auffallend lange Fiederborste; dem Aussenrande kommt — abgesehen von systematisch unwichtiger Dornenbewehrung — nur ein kurzer, nahe dem apikalen Ende eingelenkter Dorn zu.

Der Innenast des zweiten Paares beim Männchen (Taf. II, Fig. 7) besteht nur aus einem kurzen mit einer Innenrandborste bewehrten ersten und einem nach dem Ende sich stark verjüngenden zweiten Segmente, welches durch Verschmelzung zweier Glieder entstanden ist. Die Bewehrung des letzten Gliedes ist stark reduziert; sie besteht nur aus zwei Innenrand- und zwei endständigen Borsten; der Aussenrand zeigt regelmässig unmittelbar oberhalb des apikalen Endes eine Einkerbung, eine Erscheinung, welche auch bei anderen Arten wiederkehrt.

Der Innenast des dritten männlichen Fusspaares (Taf. II, Fig. 8) ist wie beim Weibchen dreigliedrig; er reicht aber nur bis zum Ende des zweiten Segments des Aussenastes. Die beiden ersten Glieder sind sehr kurz; das erste trägt an dem Innenrande eine kurze Borste; das zweite ist

---

[1]) Claus und Ulianin haben diese Verbreiterung wohl beachtet; v. Daday und Richard erwähnen sie nicht.

[2]) Claus (l. c. p. 119) hält den Hauptast nur für zweigliedrig.

an derselben Seite zu jener charakteristischen Borste ausgezogen, welche auch bei den anderen Arten zu finden ist. Das dritte Glied ist etwa so lang wie das zweite Aussenastsegment; es verschmälert sich stark nach dem Ende zu und trägt an der Spitze zwei Borsten, von welchen die kürzere befiedert ist.

Der Innenast des vierten Fusspaares (Taf. II. Fig. 10 u. 11) ist in beiden Geschlechtern aus nur zwei Segmenten zusammengesetzt und ungefähr so lang als das erste Aussenastglied. Das erste, sehr kurze Glied des Innenastes trägt beim Weibchen eine Innenrandborste; beim Männchen fehlt eine solche. Während am Innenrande des zweiten Gliedes beim Weibchen zwei Borsten stehen, beim Männchen aber nur deren eine, sind die apikale Spitze und der Aussenrand in beiden Geschlechtern gleich bewehrt. An erster Stelle sind ein (äusserer) Dorn und eine (innere) Borste eingelenkt — die Verhältnisse sind also hier andere als am zweiten und dritten (weiblichen) Fusspaare — an letzterer steht ein kurzer Dorn[1]).

Fünftes Fusspaar: Das in der inneren Partie weit nach unten verlängerte Basalglied des weiblichen Fusses (Taf. II, Fig. 12) trägt sechs mit kurzen Nebendornen besetzte Borsten. Die beiden innersten Borsten sind sehr kurz; die erste, dritte und vierte Borste (von innen nach aussen gezählt) sind von fast gleicher Länge und werden von der zweiten um weniges überragt. Zwischen der dritten und vierten Borste befindet sich ein beachtenswerter Zwischenraum. Da der freie Rand des Basalsegments an dieser Stelle aber gleichmässig stark chitinisiert ist, so ist das Auftreten eines Sinnesorganes hierselbst — wie bei *Canth. staphylinus* — ausgeschlossen.

Das zweite Glied ist oval. Es trägt an seinem Innenrande nahe dem distalen Ende, welches mit einer sehr langen Borste bewehrt ist, nur eine kurze Borste. Am Aussenrande sind drei Borsten, deren Längen gradweise abnehmen, inseriert. Die unterste dieser Borsten ist im Gegensatz zu allen übrigen Borsten, welche mit kurzen Fiederdornen bedeckt sind, nackt.

Das Basalsegment des männlichen Fusses (Taf. II, Fig. 13) trägt zwei kräftige mit Fiederdornen bewehrte Stacheln, von welchen der innere der längere ist. Die Bewehrung des Endgliedes ist dieselbe wie beim Weibchen, jedoch mit dem Unterschiede, dass hier am oberen Teile des Innenrandes noch ein sehr zartes, befiedertes Haar auftritt. Diese Erscheinung verdient besonders noch um deswillen Beachtung, weil die Bewehrung des männlichen Fusses bei vorliegender Art entgegen der Regel stärker ist als die des weiblichen. — Die beiden oberen Dornen des Aussenrandes sind in meiner Figur nackt gezeichnet, da mir bei der Kleinheit des Objekts nicht möglich war, die nach der Analogie sicher anzunehmende Bewehrung mit Fiederdornen nachzuweisen.[2])

---

[1]) Die Organisation der Schwimmfüsse ist bisher unvollständig bekannt gewesen. Claus giebt nur die Gliederzahl der einzelnen Äste in der Genusdiagnose und den Bau des ersten Paares in der Artcharakteristik an. Die sexuellen Differenzen der Innenäste des zweiten und vierten Paares sind ihm unbekannt geblieben.

Richards Angaben sind ebenso unvollständig; das dritte männliche Fusspaar erwähnt er gar nicht.

v. Daday giebt über den Bau der Schwimmfüsse nur folgendes an: „*pedibus natatoriis ramis triarticulatis, ramo interiori exteriore paulo longiore.*" Diese Angabe kann sich natürlich nicht auf alle Fusspaare, sondern — wie aus meinen Mitteilungen hervorgeht — nur auf das erste beziehen.

[2]) Die Clausschen Zeichnungen der fünften Füsse sind so ungenau, dass es überflüssig ist, auf Einzelheiten einzugehen.

v. Dadays sehr unvollständige Angaben beziehen sich nur auf den männlichen Fuss. Die sexuellen Differenzen, welche im Bau gerade dieses Fusspaares in besonders hohem Masse auftreten, sind ihm unbekannt geblieben.

Richard erwähnt in seiner Diagnose dieses Extremitätenpaar nicht.

Die Spermatophore (Taf. II, Fig. 14) ist klein und flaschenförmig[1]; sie bleibt nicht, wie dies bei *Canth. staphylinus* der Fall ist, lange an der weiblichen Geschlechtsöffnung kleben.

Der Eiballen ist gross, plattgedrückt und reicht oft bis zum distalen Ende der Furkalzweige.

Färbung: Die von mir untersuchten lebenden Exemplare waren meist farblos; selten traten einige rote Fetttropfen auf.

Grösse: ♀ 0,5—0,6 mm. ♂ 0,4 mm.[2])

Das leichteste und sicherste Erkennungsmerkmal sind die zweispitzigen Dornen des Analoperkulums. Das Männchen ist ferner leicht an der Verbreiterung des siebenten Segments der Vorderantennen kenntlich.

Vorkommen: In Deutschland ist die vorliegende Art bisher nur beobachtet worden durch Rehberg und Poppe[3]) in der Umgebung von Bremen und durch letztgenannten Forscher noch in der litoralen Region des Salzigen Sees bei Halle.[4]) An letzterem Orte habe ich dies Tier trotz oft wiederholten Suchens nicht auffinden können. Es ist mir aber bekannt geworden aus dem Eibsee im bayerischen Hochlande und dem Schulensee bei Kiel.[5])

3. Canthocamptus crassus Sars.

(Taf. IV, Fig. 1—13.)

1860. (?)	*Canthocamptus horridus* Fischer, Beitr. z. Kenntn. der *Entomostraceen*. p. 670 u. 671. Taf. XXI, Fig. 57—59a u. 60.
1863.	„ *crassus* Sars, Oversigt. p. 232 u. 233.
1880.	*Attheyella spinosa* Brady, A monograph. Bd. II, p. 58 u. 59. Taf. XLIII, Fig. 15—18 und Taf. XLVI, Fig. 13—18.
1885. (?)	*Canthocamptus horridus* v. Daday, Monogr. *Eucopep.* p. 292 u. 293.
1891. (?)	„ *horridus* Richard, Recherches sur les *Copép.* p. 245.

Bemerkungen zu den Synonyma.

Da sich eine absolut sichere Übereinstimmung der vorliegenden Form mit der von Fischer als *Canth. horridus* beschriebenen nicht nachweisen lässt — wenn ich sie auch für sehr wahrscheinlich halte — so kann hier nicht die Bezeichnung dieses Autors, sondern muss die des nächst späteren Forschers, nämlich die von G. O. Sars' Anwendung finden.

---

[1]) Diese Angabe findet sich nur bei Claus.

[2]) Claus: etwas über $1/2$ mm; v. Daday: 0,5 mm; Richard: ungefähr 0,65 mm.

[3]) Poppe, Notizen zur Fauna etc.

[4]) Poppe, Bemerkg. zu R. Ladenburgers „Fauna des Mansfelder Sees.“

[5]) Das Material aus letzterem Gewässer verdanke ich der Güte des Herrn Dr. Apstein.

(*Canth. horridus* Fischer und die beiden gleichnamigen Formen, welche v. Daday und Richard beschrieben haben, sind in einem besonderen Kapitel (cf. p. 43—48) eingehend kritisiert.)

Als ich vor Jahren die vorliegende Art zum ersten male in einem kleinem Gewässer der Umgebung von Halle fand, glaubte ich, eine neue Spezies vor mir zu haben. Einige Anklänge an *Canth. crassus* Sars fielen mir zwar schon damals auf, jedoch war eine Entscheidung dieser Frage nicht möglich, da die Sarssche Diagnose fast nur allgemeine Charaktere berücksichtigt und nicht Details, was für das Wiedererkennen der sich ähnlichen *Canthocamptus*-Arten absolutes Erfordernis ist. Hiermit soll nicht etwa ein Vorwurf gegen den gewissenhaften und für die Kenntnis der Süsswasser-Copepoden so verdienstvollen, nordischen Forscher erhoben sein: denn die allgemein gehaltenen Diagnosen genügten seiner Zeit unbedingt für das Wiedererkennen der wenigen damals bekannten Arten.

Erst der Liebenswürdigkeit des Herrn Professor Sars, der Kopien meiner Zeichnungen mit seinen leider nicht publizierten Originalfiguren verglich, verdanke ich die Identifikation der Halleschen Form mit seiner Art. Von der vollkommenen Übereinstimmung beider habe ich mich jüngst selbst noch durch einen Einblick in die Sarsschen Zeichnungen überzeugen können.

Auch die Wahrscheinlichkeit einer Identität der vorliegenden Art mit *Attheyella spinosa* Brady drängte sich mir schon seit längerer Zeit auf. Jedoch konnte ich nicht zur Gewissheit hierüber gelangen, da ja Brady das Genus *Attheyella* auf Grund der Eingliedrigkeit des Innenastes des vierten Fusspaares aufgestellt hat, während bei vorliegender Form ein deutlich zweigliedriger Innenast vorhanden ist. Die Bradysche Zeichnung dieser Extremität (Taf. XLVI, Fig. 16) deutet allerdings an, dass er über die Organisation derselben nicht vollständig ins Klare gekommen ist, da er die obere Grenze durch zwei Linien bezeichnet hat. Eine sichere Entscheidung dieser Frage ist mir erst dadurch möglich geworden, dass Herr Professor Brady mir auf meine Bitte hin ein weibliches Exemplar seiner *Attheyella spinosa* sandte, dessen Untersuchung eine Übereinstimmung mit *Canth. crassus* bis in die feinsten Details ergeben hat.

Nicht unerwähnt will ich lassen, dass auch Sars, wie ich aus der Unterschrift seiner Zeichnungen von *Canth. crassus* ersehen haber, schon seit längerer Zeit von der Identität seiner Art mit der Form Bradys überzeugt ist. Auch Mrázek hat sich meiner Ansicht angeschlossen, die ich ihm bereits vor Untersuchung des Bradyschen Originalexemplars mitteilte, und die sich durch dieselbe als absolut richtig erwiesen hat.[1])

Bemerkt sei noch, dass Brady nur das Weibchen gekannt hat. Auch Sars scheint das Männchen nicht gesehen zu haben. Ich schliesse dies daraus, dass er von den interessanten, sexuellen

---

[1]) Eingehend über die Frage der Identität beider Arten verbreitet sich Herr Dr. Mrázek — wie ich aus einer freundlichen brieflichen Mitteilung ersehen habe — in einer demnächst erscheinenden, in szechischer Sprache verfassten Arbeit. Mein Urteil über das Genus *Attheyella* siehe p. 64.

Differenzen in seiner Diagnose nichts erwähnt und auch in seinen Originalzeichnungen keine bezügliche Angabe gemacht hat. Hieraus findet also der Mangel an Hinweisen auf Angaben beider Forscher in der nachfolgenden

Charakteristik der Art

seine Erklärung.

Der Cephalothorax ist merklich breiter als das Abdomen (Taf. IV. Fig. 1). Die Hinterränder sämtlicher dorsaler Chitinplatten sind ausgezackt. Am ersten Segmente sind diese Auszackungen schwach, an den folgenden Abschnitten dagegen stark. Die hinteren Ecken dieser Platten sind abgerundet: am ersten Segmente sind dieselben gar nicht, an den übrigen Segmenten dagegen ein wenig verlängert. Mehr oder weniger zu Reihen geordnete kürzere oder längere Härchen lassen das zweite bis fünfte Segment fast behaart erscheinen. Am ersten Segmente tritt solcher Haarbesatz nur über dem Hinterrande und neben den Seitenrändern auf.[1] Das Rostrum ist kurz.

Abdomen: (Taf. IV. Fig. 1. 2 u. 3). Die Hinterränder sämtlicher Segmente mit Ausnahme des letzten sind dorsal stark ausgezackt; auf der ventralen Seite bemerkt man jederseits nur einige solcher Ausschnitte; der übrige Teil der ventralen Hinterränder zeigt diese Ornamentik nicht.

Die Rückenflächen und lateralen Partieen der einzelnen Segmente sind in noch höherem Masse wie die Ringe des Vorderleibes mit vielen Reihen zarter Härchen bedeckt. Auf der ventralen Seite ist diese Ornamentik schwächer; denn über den zweiten und dritten Ring beim Weibchen, resp. den zweiten bis vierten beim Männchen, ziehen sich ventral nur je zwei Reihen solcher Härchen hinweg. Die mittlere ventrale Partie der Genitalsegmente und — so viel ich konstatieren konnte — auch die gesamte Bauchfläche des letzten Körperringes entbehren dieses Schmuckes vollkommen. Eine weitere Art schmückender Anhänge stellen Reihen grosser Dornen über den Hinterrändern der einzelnen Segmente dar. Am ersten Segmente finden sich jederseits 7—8 solcher Dornen. Die beiden in der Seitenlinie beginnenden Reihen des zweiten Segments erstrecken sich beim Weibchen über den grössten Teil der ventralen Fläche; beim Männchen verschmelzen sie zu einer ununterbrochenen Reihe. Letzteres ist auch der Fall bei den Dornenreihen des dritten und vierten Ringes des männlichen Abdomens und der Reihe am dritten Ringe beim Weibchen. Die Dornen des vorletzten Segments sind bei beiden Geschlechtern durch besondere Länge ausgezeichnet. Der Hinterrand des letzten Ringes ist bis auf zwei oder drei kräftige Dornen auf jeder Hälfte der ventralen Fläche nackt.[2]

Die Verschmelzung des ersten weiblichen Segments aus zwei ehemals selbständigen Ringen ist noch durch eine dorsale Chitinfalte angedeutet. Auch zwei stärker chitinsierte Stellen der Bauchfläche scheinen auf diese Verschmelzung hinzudeuten. Neben den weiblichen Geschlechtsöffnungen stehen je zwei befiederte Borsten (Taf. IV, Fig. 2), von welchen sich die innere durch besondere Länge auszeichnet. Die Genitalklappen des Männchens (Taf. IV, Fig. 13) sind mit nur je zwei und zwar sehr kurzen Borsten bewehrt. Das Analoperkulum trägt an seinem freien Rande eine Reihe sehr feiner Chitinzähnchen.[1])

---

[1] Sars und Brady haben die Ornamentik der Cephalothoraxsegmente übersehen.

[2] Die Angaben von Sars und Brady über die Ornamentik der Abdominalsegmente sind nicht ausreichend. Ersterer bemerkt nur: „segmentis abdominalibus . . . . in margine postico subtus et ad latera pilis vel aculeis sat longis pectinatim ornatis.“ Letzterer sagt: „The abdominal rings are fringed posteriorly with closely-set, long, spine-like setae.“ Das vorletzte Abdominalsegment zeichnet derselbe Forscher als mit einer ununterbrochenen, ventralen Dornenreihe besetzt; die Bewehrung des letzten Segments hat er ganz übersehen.

Die Furka ist bei beiden Geschlechtern von ausserordentlich verschiedener und höchst charakteristischer Form. Beim Weibchen (Taf. IV, Fig. 1 u. 2) ist sie in der mittleren Partie am breitesten, nach dem Ende zu verschmälert sie sich sehr stark; auch an der Basis ist sie etwas eingeschnürt. Der Aussenrand, dessen unterer Teil stark gebogen und daselbst mit einem halbkugeligen Chitinvorsprunge versehen ist, trägt ausser zwei langen Borsten drei Dornen, von welchen der eine klein bleibt und unmittelbar neben der oberen Borste steht, während die beiden anderen Dornen stärker sind und über der unteren Borste eingelenkt sind. Der oben erwähnte Haarbesatz der Körperringe erstreckt sich auch über den grössten Teil der dorsalen Furkalfläche. Auch am Innenrande und in der oberen Partie der ventralen Seite treten je eine Reihe zarter Härchen auf; an letzter Stelle ist die Reihe gebogen. Ebenso ist die Apikalbewehrung höchst charakteristisch. Die mittlere Borste, welche wie die äussere weit gespreizt gehalten wird, ist an der Basis etwas angeschwollen; Fiederdornen finden sich nur an einer ganz kurzen Stelle. Die äussere Borste zeigt nicht weit von ihrer Ursprungsstelle eine charakteristische knieförmige Biegung. Sie ist etwa dreimal so kurz wie die innere, und ebenso wie diese in ihrem Basalteile verdickt. Die Fiederdornen, welche hier gleichfalls in sehr beschränkter Anzahl auf nur einer kurzen Strecke auftreten, fehlen oft an der Innenseite. Die innerste Apikalborste ist sehr kurz und an der Basis kolbig verdickt.[2])

Die Furka des Männchens (Taf. IV, Fig. 3) ist fast überall von gleicher Breite. Die Bewehrung des Aussenrandes ist dieselbe wie beim Weibchen.[3]) Dem Innenrande und der dorsalen Seite fehlt der Haarbesatz. Die drei Apikalborsten liegen dicht aneinander und sind relativ länger als beim Weibchen. Die Längen der beiden grossen Borsten verhalten sich etwas mehr als 1 : 2. Auch die Befiederung dieser beiden Borsten ist etwas stärker als beim anderen Geschlechte.

Die Vorderantennen des Weibchens sind achtgliedrig, kürzer als das erste Cephalothoraxsegment und relativ kräftig gebaut. Der Sinneskolben überragt noch die Spitze des letzten Gliedes.[4])

Das vierte Segment der männlichen Antennen (Taf. IV, Fig. 4) ist ausserordentlich aufgeschwollen; bei keiner anderen deutschen Art ist dieser Ring in solcher Mächtigkeit entwickelt. Der Innenrand dieses Abschnittes und der beiden folgenden springt in einigen, starken Chitinhöckern hervor.

---

[1]) Alle diese zuletzt erwähnten Verhältnisse haben beide Forscher unberücksichtigt gelassen.

[2]) Aus Bradys Zeichnung (Taf. XLVI, Fig. 18) ist die Form und charakteristische Apikalbewehrung der weiblichen Furka deutlich wieder zu erkennen. Die innerste Apikalborste, die Dornen des Aussenrands und die Behaarung des Innenrands und der (ventralen) Furkalfläche dagegen hat er übersehen. Die Apikalborsten hat er viel zu kurz gezeichnet.

Sars' Angaben sind zwar richtig, aber nicht ausreichend.

[3]) In meiner Zeichnung ist nur ein Aussendorn angegeben; die beiden anderen sind oft — wie es auch bei dem gerade gezeichneten Individuum der Fall war — auf die ventrale Furkalfläche gerückt.

[4]) In Bradys Zeichnung der ersten weiblichen Antennen (Taf. XLIII, Fig. 15) fehlt die Angabe beider Sinneskolben. Auch die übrige Beborstung ist ungenau.

Sars: „Antennae . . . . setis longis dense (!) obsitae.“

Der in der Regel eingliedrige letzte Antennenabschnitt ist bei vorliegender Spezies unmittelbar über der Ursprungsstelle der vier Aussenrandborsten deutlich in zwei Segmente gespalten.

Hinterantennen: Der Nebenast (Taf. IV, Fig. 5) ist eingliedrig. Er trägt an dem distalen Ende zwei und an dem konvex gebogenen Rande ebenfalls zwei bewimperte Borsten. Der Hauptast ist dreigliedrig.[1])

Die Mundextremitäten zeigen nichts Abweichendes in ihrem Baue. Der Mandibularpalpus (Taf. IV, Fig. 6) ist zweigliedrig. Das erste Segment ist langgestreckt und mit einer Borste bewehrt; das kürzere zweite trägt vier endständige Borsten.[2])

Schwimmfüsse: Die Aussenäste sind dreigliedrig; die Innenäste des ersten Paares bei beiden Geschlechtern und des dritten Paares beim Männchen bestehen aus je drei, die der übrigen Fusspaare aus je zwei Segmenten.[3])

Während bei den übrigen deutschen Arten an der Ecke des zweiten Basalsegments des ersten Fusspaares (Taf. IV, Fig. 7) ein mehr oder minder kräftiger Dorn auftritt, ist hier eine relativ lange Borste zu beobachten. Der Aussenast überragt das zweite Segment des Innenastes nur sehr wenig. Das zweite Segment desselben trägt eine Innenrandborste, welche ebenso wie die übrigen Innenrandborsten dieses und der folgenden Fusspaare am Endabschnitte mit einer äusseren Reihe kurzer Dornen besetzt ist. Das letzte Segment ist am Ende mit einem Dorne und zwei geknieten Borsten bewehrt. Die Innenränder des ersten und zweiten Segments tragen, ebenso wie dies bei den folgenden Fusspaaren der Fall ist, einige feine Härchen, welche büschelartig zusammenstehen. Das erste Segment des Innenastes übertrifft jedes der beiden anderen an Länge. Jedes trägt eine Innenrandborste, das letzte ausserdem an seinem Ende noch einen Dorn und eine gekniete Borste.

Das letzte Aussenastglied des zweiten Fusspaares ist mit einer Innenrandborste und zwei Aussenranddornen bewehrt; sein Ende trägt einen kurzen und einen längeren Dorn und eine Borste. Die Innenrandborste des zweiten Segments ist zwar ebenso wie die entsprechenden Borsten der beiden folgenden Fusspaare mehr oder weniger stark mit zarten Härchen befiedert, jedoch treten hier und an der Borste des dritten Paares Verhältnisse auf, wie sie bei *Canth. Zschokkei* und *pygmaeus* an allen Fusspaaren zu beobachten sind. Es machen sich bei diesen Borsten nämlich ebenfalls unmittelbar über der Ursprungsstelle einige dichtstehende, nach aussen gerichtete, kurze Fiedern bemerklich, welche sich von den übrigen Fiederborsten, wenn solche überhaupt vorhanden sind, deutlich abheben. Der Innenast (Taf. IV, Fig. 8) reicht beim Weibchen noch nicht bis zum Ende, beim Männchen nur bis zur Mitte des zweiten Aussenastsegments. Das erste Glied trägt eine, das zweite zwei Innenrandborsten, das letzere ausserdem noch am Ende eine kürzere (innere) und eine sehr lange (mittlere) Borste und einen kurzen (äusseren) Dorn.

Das dritte Fusspaar des Weibchens ist ebenso gebaut; jedoch ist der Innenrand des letzten Aussenastgliedes mit zwei und der des letzten Innenastgliedes (Taf. IV, Fig. 9) mit drei Borsten bewehrt.

---

[1]) Bradys Figur ist richtig. — Sars erwähnt den Nebenast nicht.

[2]) Der Mandibularpalpus wird von keinem der beiden Forscher erwähnt. — Bradys Zeichnung der Maxille ist sehr ungenau.

[3]) Über den feineren Bau der Schwimmfüsse berichtet Sars nichts. Bradys Angaben sind — abgesehen von minderwertigen Details — richtig bis auf den Innenast des vierten Fusspaares, welchen er, wie bereits bemerkt, irrtümlich als eingliedrig bezeichnet hat.

Der Aussenast dieses Fusspaares ist im männlichen Geschlechte (Taf. XII, Fig. 10) durch die ausserordentlich starke Entwicklung des Dornes an der äusseren distalen Ecke des zweiten Segments auffallend gekennzeichnet; denn ein Dorn von dieser Stärke und Grösse kommt bei deutschen *Canthocamptus*-Arten an entsprechender Stelle sonst nirgends vor. Der dreigliedrige Innenast erreicht die Länge der beiden ersten Aussenastglieder. Dem ersten Segmente fehlt die Innenrandborste. Das zweite Glied ist an der Innenseite in einen langen, sich borstenförmig verjüngenden und gekrümmten Fortsatz ausgezogen. Das lanzettförmige Endglied ist mit einer kürzeren, befiederten und gebogenen, äusseren und einer sehr langen, geraden Borste bewehrt, welche nur in ihrer mittleren Partie einige dornförmige Fiedern zeigt.

Der Aussenast des vierten Fusspaares (Taf. IV, Fig. 11) stimmt mit dem des dritten beim Weibchen überein; jedoch ist zu bemerken, dass beim Weibchen die untere Innenrandborste stark gekrümmt und ebenso wie die obere mit stärkeren Fiederdornen in ihrem Endabschnitte ausgerüstet ist, als dies bei jenem Fusspaare der Fall ist. Der Innenast reicht beim Weibchen kaum bis zum Ende des ersten Aussenastsegments. Beim Männchen ist er noch kürzer; das letzte Glied desselben ist an der Basis stark verschmälert; die Bewehrung aber ist in beiden Geschlechtern dieselbe. Das erste Glied trägt nämlich eine Borste am Innenrande; das zweite ist an derselben Seite mit zwei Borsten, am Ende mit einer langen, inneren und einer kurzen, mittleren Borste und einem äusseren Dorne bewehrt.

Fünfter Fuss: Beim Weibchen (Taf. IV, Fig. 12) ist die innere Partie des Basalsegments stark nach unten verlängert und mit sechs Borsten bewehrt, welche hinsichtlich ihrer Länge folgende Ordnung einnehmen: 1, 4, 2, 6, 3, 5. Die dritte und fünfte Borste sind, wie dies an nicht gequetschten Präparaten stets zu konstatieren ist, stark nach aussen gebogen; auch die zwischen beiden inserierte kurze Borste ist in normaler Haltung gekrümmt. Diese drei Borsten tragen sehr winzige, weit von einander entfernte Fiederdornen. Bei der sechsten Borste sind die Fiedern ebenso klein, stehen aber sehr eng. Die beiden übrigen Borsten zeigen eine normale Befiederung. Am Unterrande des äusseren Abschnittes tritt eine grössere Anzahl Dornen auf. Das Endsegment ist sehr langgestreckt und nach dem Ende zu stark verschmälert. Der Innenrand trägt eine Borste, der Aussenrand zwei und das Ende ebenfalls zwei Borsten. Die äussere endständige Borste ist stets nach innen gerichtet und im Gegensatz zu den übrigen nackt. Wie an den Körperringen, so macht sich auch hier ein ausserordentlich starker Besatz von kurzen Dornen und längeren Härchen bemerklich. Die Anhänge beschränken sich nicht allein auf die Ränder, sondern erstrecken sich auch auf die dem Körper abgekehrte Seite des Fusses. Ihre Anordnung ist von ausserordentlicher Konstanz, ein Umstand, der um so bemerkenswerter ist, als bei anderen Arten gerade diese Gebilde höchst variabeler Natur sind. Die Härchen am oberen Teile des Innenrandes sind von ganz auffallender Länge.[1])

Beim Männchen (Taf. IV, Fig. 13) ist die Innenpartie des ersten Basalsegments gar nicht

---

[1]) Brady giebt zwei Zeichnungen des fünften weiblichen Fusses. Obwohl beide teilweise ungenau sind, lässt sich doch der Bau im allgemeinen wiedererkennen. Taf. XLVI, Fig. 17 hat er die Bewehrung des Endgliedes fast richtig gezeichnet; am Basalsegmente hat er jedoch die vierte Borste übersehen. Auch die Ausrüstung beider Segmente mit kurzen Dornen, resp. langen, zarten Härchen hat er, ebenso wie in der zweiten Figur, zum grössten Teile unbeachtet gelassen. In der Zeichnung Taf. XLIII, Fig. 18 dagegen ist die Bewehrung des Basalsegments richtig, die des zweiten Gliedes falsch dargestellt. Es fehlt hier nämlich die obere

nach unten verlängert und mit nur zwei kräftigen Dornen bewehrt, von welchen der äussere der kürzere ist. Das Endglied ist im Prinzip ebenso bewehrt wie beim Weibchen. Die lange Apikalborste ist aber hier weit von der Spitze abgerückt, so dass die nackte, kürzere Borste wie auf einer schmalen Hervorragung inseriert zu sein scheint. Wie an den männlichen Körpersegmenten ist auch hier der Besatz mit systematisch unwichtigen Dörnchen weit geringer als beim Weibchen.

Die Spermatophore ist klein und flaschenförmig.

Die Eiballen (Taf. IV, Fig. 1) bestehen aus einer grösseren Anzahl von Eiern, welche sich oft gegenseitig abplatten.

Grösse: ♀ 0,65[1]), ♂ 0,5 mm.

Die Farbe ist ein schmutziges Grau.

Als leichte Erkennungsmerkmale für beide Geschlechter können der starke Dornenbesatz der Abdominalsegmente, die charakteristischen Furkalformen und der Bau des fünften Fusspaares gelten. Das Männchen ist leicht an dem stark aufgeschwollenen vierten Segmente der Vorderantennen und dem grossen Dorne am Aussenzweige des dritten Fusspaares zu erkennen.

Das Vorkommen von *Canth. crassus* in Deutschland ist noch von keinem Forscher angezeigt. Von mir ist seine Anwesenheit konstatiert worden bei Halle in einem Teiche in Dammendorf und in einem Graben bei Dieskau, ferner im grossen Plöner-See, im Dobersdorfer-See bei Kiel und in der Quelle der Garte im Dorfe Weissenborn bei Göttingen.[2]) Auch in der Eberhardshöhle bei Tübingen findet er sich.[3])

3a. Canthocamptus horridus Fischer.

(*Canthocamptus horridus* v. Daday, l. c. p. 292 u. 293.)
(„ *horridus* Richard, l. c. p. 245.)

Vorbemerkung.

Wie ich bereits weiter oben ausgesprochen habe, halte ich die Identität von *Canth. horridus* Fischer und *Canth. crassus* Sars im höchsten Grade wahrscheinlich. Da aber die Selbständigkeit der ersteren Form ja immerhin möglich ist — denn wer wollte die Existenz einer Spezies, wie sie uns Fischers allerdings ungenügende Beschreibung darstellt, leugnen? — so will ich mich hier in einem

---

Borste des Aussenrands, welche in Bradys Präparate, wie ganz deutlich aus seiner Zeichnung ersichtlich, ausgefallen war. Wegen dieser scheinbaren Differenzen hat er das Tier, nach dem er die letztere Zeichnung entworfen hat, irrtümlicherweise als „Varietät“ aufgefasst.

Sars' Angaben reichen zur Charakterisierung dieses Extremitätenpaares nicht aus.

[1]) Sars: circit. 3/4 mm. Brady: 0,77 mm.

[2]) Das Material aus den drei zuletzt genannten Gewässern verdanke ich der Güte der Herrn Dr. Zacharias in Plön, Dr. Apstein in Kiel und Dr. v. Linstow in Göttingen.

[3]) Die Anwesenheit von *Canth. crassus* an diesem Orte ergab sich aus einigen Präparaten, welche mir Herr Dr. Vosseler freundlichst zur Verfügung stellte.

gesonderten Kapitel eingehend über dieselbe verbreiten; denn nur durch genaues Abwägen des Für und Wider lässt sich hier ein brauchbares Resultat gewinnen. Eine einfache Behauptung, dass diese oder jene Arten identisch oder nicht identisch seien, ist zwar bequem und auch bei einigen Copepoden-Forschern recht beliebt, aber durchaus unwissenschaftlich.

Ehe ich in eine Diskussion der Angaben oder Bemerkungen, welche andere Autoren über *Canth. horridus* gemacht haben, eintrete, will ich hier eine kurze

Charakteristik der Art

unter Zugrundelegung der Beschreibung Fischers folgen lassen. Die Angaben v. Dadays und Richards, der einzigen Forscher, welche noch Diagnose dieser fraglicher Form veröffentlicht haben, füge in ich „Anmerkungen“ bei.

Canth. horridus ist eine, dem *Canth. staphylinus* „an Gestalt . . . ähnliche Art.“ Aus den beiden Habitusbildern Fischers ist ersichtlich, dass Vorder- und Hinterleib von fast gleicher Breite sind.

Cephalothorax: Die Hinterränder aller Segmente sind „fein gezähnelt,“ d. h. — wie sich aus den Habituszeichnungen deutlich ergiebt — sie sind stark ausgezackt.[1])

Abdomen: „In einer Parallellinie mit dem Hinterrande der Schwanz-(Abdominal-)ringe stehen in kurzer Entfernung von diesem auf der unteren Seite bis meist über die seitliche Mittellinie hinauf eine Reihe einfacher, gerader oder etwas gekrümmter Stacheln.“ In Fig. 57 sind auch die Hinterränder deutlich, wenn auch etwas feiner ausgezackt gezeichnet. Die Angabe des Dornenbesatzes in dieser Zeichnung entspricht der soeben zitierten Bemerkung der Diagnose; in Figur 58 dagegen, ein Tier im Profil darstellend, ist der Hinterrand des ersten und zweiten Abdominalringes als dorsal und ventral mit einer Reihe grosser Stacheln bewehrt gezeichnet. Dass letztere Angabe für das erste Segment unrichtig ist, ist sicher, denn bei allen *Canthocamptus*-Arten treten an diesem Segmente immer, falls überhaupt eine Dornenbewehrung vorhanden ist, nur jederseits einige, wenige Dornen auf.

Das letzte Segment trägt auf der ventralen Seite nach Fig. 59a jederseits der Mittellinie drei resp. zwei Stacheln. In den Fig. 57 und 59a ist für die Seitenränder kein Dornenbesatz angegeben, wohl aber in Fig. 58; den beiden ersten Zeichnungen möchte ich — s. später — Glauben schenken. Nach Fig. 57 ist das Analoperkulum am freien Rande mit kleinen Dornen besetzt.[2])

Die Furka hat nach Fig. 54 etwa die Form eines Rechtecks. In Fig. 59a dagegen, in welcher das letzte Abdominalsegment und die Furka viel stärker vergrössert dargestellt sind als in der Habituszeichnung Fig. 57, ist die Furka nach dem Ende zu als stark verjüngt gezeichnet; ebenso in der

---

[1]) v. Daday: „Segmentis cephalothoracis margine posteriori denticulatis.“

Richard erwähnt über die Ornamentik der Cephalothorax- und auch der Abdominalsegmente nichts.

[2]) v. Daday: „segmentis abdominalibus margine etiam superiori denticulatis.“ Das Vorhandensein der charakteristischen Reihen grosser Dornen erwähnt dieser Forscher nicht.

Profilzeichnung Fig. 58. Die Angabe in Fig. 59a dürfte richtig, oder doch wenigstens annähernd richtig sein; denn eine Detailzeichnung entwirft man ja nur, um etwas Charakteristisches zu zeigen, was bei schwächerer Vergrösserung nicht so deutlich zum Ausdruck kommen kann.

Auf die Angabe Fischers über die Bewehrung der Furka ist kein besonderes Gewicht zu legen, da dieselbe augenscheinlicher Weise höchst ungenau ist. Nach Fig. 59a soll der Aussenrand zwei Borsten, nach Fig. 57 zwei Borsten und einen Dorn tragen. Nach letzterer Figur soll der Innenrand — was wohl zu beachten ist — fein behaart sein.

Die relative Länge der beiden grossen Apikalborsten hat Fischer selbstverständlich nur nach ungefährer Schätzung angeben können, und welcher Wert einer solchen Angabe zukommt, bedarf keines Wortes.[1]

Die Vorderantennen des Weibchens sind achtgliedrig (und in den beiden Habitusbildern sehr kurz gezeichnet). „Bei dem Männchen ist das vierte Glied nach aussen ausserordentlich bauchig erweitert.“[2]

Dass die Hinterantennen aus vier Segmenten bestehen sollen, ist ein Irrtum. (Der Hauptast ist bei allen *Canthocamptus*-Arten dreigliedrig.)

Die Angaben über die Mundteile sind wertlos.

Schwimmfüsse: Den Bau derselben hat Fischer nicht genügend studiert, denn er begnügt sich mit der nichtssagenden Bemerkung: „Das erste Fusspaar ähnelt zwar den folgenden drei,[3] ist aber etwas kürzer, besonders sein äusserer Ast.“ In Fig. 60 giebt er eine Abbildung eines Fusses des ersten Paares. Hiernach soll das erste Segment des dreigliedrigen Innenastes noch etwas länger als der Aussenast sein. Diese Längenangabe halte ich für ungenau, denn Fischer hat beide Äste, besonders den inneren, gekrümmt gezeichnet, in welcher Lage bekanntlich eine Taxierung der relativen Längen sehr schwer ist. Wären beide Äste als eng aneinander liegend dargestellt, so würde ich der Angabe ohne weiteres Glauben schenken. Sicher beweist die Zeichnung nur, dass der dreigliedrige Innenast den Aussenast an Länge übertrifft.

„Das fünfte Fusspaar ist . . . . aus zwei Lamellen gebildet und diese am Ende mit langen Borsten (1—5) und einigen Stacheln bewehrt.“ Diese Angabe ist ebenfalls ganz ungenügend. Dass Fischer die Länge der Borsten besonders hervorhebt, verdient dagegen meiner Ansicht nach Beachtung.[4]

---

[1] v. Daday: „ramis caudalibus longitudine segmenti anterioris abdominis, margine interiori subtile setosis, exteriori vero setis tribus diversis armatis; setis apicalibus duabus longioribus, interna abdominis longitudinem superante, sparsim spinulosa, externa vero abdominis longitudine, nuda.“ Die charakteristische Form der (♀) Furka erwähnt v. Daday also nicht. Die äussere Apikalborste giebt Fischer in Fig. 57 u. 58 ebenfalls als unbefiedert an. Besonders beachtenswert erscheint mir die Angabe v. Dadays über die feine Behaarung des Innenrandes der Furka.

Richard begnügt sich mit der Angabe: „Des deux grandes soies caudales, l'interne est deux fois plus longue que l'externe.“

[2] Beide Forscher haben diese wichtige Angabe über die männlichen Vorderantennen unbeachtet gelassen.

[3] Richard: „D'après Fischer, les autres pattes ressemblent à celles de la première paire (ce qui est très probablement inexact)“. — v. Daday erwähnt von der Organisation der Schwimmfüsse nichts.

[4] v. Daday: „pedibus quinti paris biarticulatis, articulo basali lato, basi angustato, apice processu lato producto; articulo secundo basi angusto, apice multo latiore, setis diversis armato.“ Auch nach dieser Beschreibung kann man sich kein Bild vom Baue des fünften Fusspaares machen. — Dieses Extremitätenpaar wird von Richard wegen der mangelhaften Angaben Fischers gar nicht erwähnt.

„Der Eierstock (Eiballen) ist gross, meist bis zur Furka reichend.“

Die Spermatophore ist „länglich oval, klein und mit einem dünnen Stiele ausgerüstet.“

Grösse: *Canth. horridus* ist eine dem *Canth. staphylinus* „an Grösse ähnliche Art.“[1])

Fundort: Beobachtet hat Fischer diese Art (ausser in stehenden Gewässern Madeiras) bei Baden-Baden und München.

Die einzigen Forscher, welche glauben, *Canth. horridus* Fischer wiedergefunden zu haben, sind Moniez[2]) und v. Daday. Ersterer führt die Art als zur Fauna der Umgegend von Lille gehörig an, giebt aber von ihr weder eine Beschreibung noch Abbildungen.[3]) Auf seine Angabe gestützt, reiht sie Richard in die Fauna Frankreichs ein und giebt von ihr eine Diagnose, welche — wie sich aus den angeführten Citaten ergiebt — aber durchaus nicht alle die Angaben berücksichtigt, welche Fischer in seiner Charakteristik und besonders in seinen Abbildungen niedergelegt hat.

Die Diagnose v. Dadays, welche ich in ihren einzelnen Sätzen wörtlich in den Anmerkungen zu vorstehender Charakteristik wiedergegeben habe, ist ebenfalls sehr allgemein gehalten und durchaus nicht imstande, ein genaues Bild seiner Art zu geben. Ob die Form v. Dadays wirklich mit derjenigen identisch ist, welche Fischer als *Canth. horridus* beschrieben hat, ist deshalb nicht zu beweisen.[4])

Der erste Forscher, welcher überhaupt auf Fischers Art Bezug nimmt ist naturgemäss Claus[5]), der sie seinem *Canth. minutus* fraglich synonym setzt. Beide Arten mit einander zu vereinigen, halte ich aus folgenden Gründen für unmöglich:

1) Bei *Canth. horridus* sind die Hinterränder der Cephalothoraxsegmente stark ausgezackt, bei *Canth. minutus* nicht.
2) Dasselbe gilt für die dorsalen Hinterränder der Abdominalsegmente beider Arten.
3) Die Dornen an den Hinterrändern der Abdominalsegmente sind nach Fischers Darstellung viel grösser als bei *Canth. minutus.*
4) Die Analklappe ist bei *Canth. horridus* (Fig. 57) mit sehr kurzen Dornen besetzt; bei *Canth. minutus* sind an dieser Stelle sehr grosse, zweispitzige Stacheln vorhanden, die von Fischer wohl beachtet sein würden.
5) Der innere Furkalrand ist bei *Canth. minutus* nicht behaart wie bei der anderen Art (Fig. 57).
6) Bei *Canth. minutus* ist der vierte Ring der männlichen Antenne sehr wenig angeschwollen; bei *Canth. horridus* „ausserordentlich bauchig erweitert.“
7) Da Fischer *Canth. horridus* stets mit *Canth. staphylinus* in Vergleich stellt, so werden bei seiner Art die Borsten am fünften Fusspaare, deren Länge er besonders hervorhebt, auch länger als bei dieser Art gewesen sein. Für *Canth. minutus* trifft dies nicht zu.

---

[1]) v. Daday: „Long. corp. fem. 0,8 — 1 mm.“

[2]) Moniez, Liste des *Copép.*, *Ostrac.*, *Cladoc.* etc.

[3]) Herr Prof. Moniez war leider nicht imstande, mir Material dieser Form zur Untersuchung schicken zu können.

[4]) Auch Herr Dr. v. Daday war nicht in der Lage, mir einige Exemplare seiner Art senden zu können.

[5]) Claus, freil. *Copep.* p. 122.

8) Fischers Art ist etwa so gross wie *Canth. staphylinus.* Wenn auch, wie bereits erwähnt, auf die Grössenangaben Fischers kein besonderer Wert gelegt werden kann, so muss doch angenommen werden, dass seine Art etwa die Grösse jener gehabt hat. *Canth. minutus* gehört aber zu den kleinsten Formen. Hätte Fischer dieselbe vorgelegen, so würde ihm sicher ihre Kleinheit im Verhältnis zu *Canth. staphylinus* aufgefallen sein.

Auch Rehberg[1]) „scheint eine Identität von *Canth. minutus* mit Fischers *Canth. horridus* aus verschiedenen Gründen nicht wahrscheinlich zu sein;" leider versäumt er nur, diese „verschiedenen Gründe" anzuführen. Der weiteren Ansicht Rehbergs dagegen, dass sich Fischers Form „auch mit keiner der von Sars beschriebenen vereinigen lässt," kann ich nicht beipflichten.

Im Gegenteil hoffe ich — wie bereits oben ausgesprochen — durch folgende Angaben, bei welchen stets die Bemerkungen der vorhergehenden Charakteristik zu berücksichtigen sind, die Identität von *Canth. horridus* mit *Canth. crassus* Sars in höchstem Grade wahrscheinlich machen zu können.

1) Die gesamte Körperform ist bei beiden Arten dieselbe.
2) Die dorsalen Hinterränder der Cephalothoraxsegmente sind stark ausgezackt, ebenso
3) die dorsalen Hinterränder der Abdominalsegmente.
4) Die Dornen dieser Segmente sind von einer solchen Grösse, wie sie nur bei *Canth. crassus* noch auftreten.
5) Das letzte Abdominalsegment trägt auf der ventralen Fläche jederseits einige (2—3) starke Dornen.
6) Das Analoperkulum ist am freien Rande mit kleinen Dornen besetzt.
7) Die weibliche Furka ist nach dem Ende zu stark verjüngt.
8) Der Innenrand der Furka zeigt Haarbesatz.
9) Das vierte Segment der männlichen Vorderantennen ist „ausserordentlich bauchig erweitert."
10) Der Innenast des ersten Schwimmfusspaares ist dreigliedrig und länger als der Aussenast.
11) Die Borsten des fünften weiblichen Fusspaares sind von besonderer Länge.
12) Die Grösse beider Arten kommt der von *Canth. staphylinus* sehr nahe.

Also: fast alle wichtigeren Angaben Fischers lassen sich ohne Zwang auf *Canth. crassus* beziehen.

Lässt man übrigens alle bis jetzt bekannten deutschen und ausserdeutschen *Canthocamptus*-Arten Revue passieren, so kann meiner Ansicht nach hierbei thatsächlich keine andere Spezies in Betracht kommen als *Canth. crassus* Sars.

Die ausserordentliche Ähnlichkeit beider Formen ist übrigens bereits Brady aufgefallen, welcher (l. c. p. 59) bemerkt: „I at first supposed these specimens (Attheyella spinosa) to belong to Fischers *Canth. horridus*, to which they bear a very close resemblance." Der von Fischer sehr lang gezeichnete Innenast des ersten Fusspaares aber bestimmte ihn, von einer Gleichstellung beider Formen abzusehen. (vrgl. über diesen Punkt die von mir p. 45 gemachte Bemerkung.)

---

[1]) Rehberg, Beitr. z. Kenntn. p. 551.

Imhof[1]) führt *Canth. horridus* Fischer und *Canth. crassus* Sars als zwei selbständige Arten auf.

Ebensowenig, wie sich nachweisen lässt, dass *Canth. horridus* v. Daday der gleichnamigen Form Fischers synonym ist, ebensowenig lässt sich auch darthun, dass er mit *Canth. crassus* identisch ist. Bedingt wird diese Unmöglichkeit durch die Ungenauigkeit der v. Dadayschen Diagnose (cf. die Bem. auf S. 46), besonders aber durch das Fehlen von Abbildungen.

4. Canthocamptus northumbricus Brady.

(Taf. II, Fig. 15—22. Taf. III, Fig. 12—15.)

1880. *Canth. northumbricus* Brady. A Monograph Vol. II. p. 57. Taf. XLV. Fig. 1—14.
1884. „ *northumbricus var. americana* Herrick, A final report p. 170. Taf. O, Fig. 6—14 und 20—22.

Bemerkungen zu den Synonyma.

Die Identität der mir vorliegenden Tiere mit dem typischen *Canth. northumbricus* Brady mit Bestimmtheit zu behaupten, war mir anfangs nicht möglich. Einige weiter unten anzuführende Abweichungen im Baue der von mir beobachteten und der durch Brady aus Northumberland bekannten Tiere bedingten meinen Zweifel. Herr Prof. Brady, dem ich einige Exemplare der in der Halleschen Gegend gefundenen Tiere übersandte, hatte die Freundlichkeit, diese Individuen mit seiner Form zu vergleichen und mir mitzuteilen, dass in betreff der Identität beider jeder Zweifel ausgeschlossen sei.

Ob die Differenzen zwischen beiden Formen thatsächliche sind, oder auf Beobachtungsfehlern beruhen, kann ich nicht entscheiden.

Herrick, welcher *Canth. northumbricus* in Nordamerika beobachtete, fand, dass seine Tiere ebenfalls in einigen, weiter unten zu erwähnenden Punkten von der britischen Form abwichen. Er glaubte sogar, durch diese Differenzen genötigt zu sein, die amerikanische Form als besondere Varietät (*Canth. north. var. americana*) ansprechen zu müssen. Die Abweichungen sind aber so geringfügiger Natur, dass eine Nötigung zu einem solchen Vorgehen durchaus nicht vorliegt.[2]) Mit demselben Rechte, mit welchem Herrick die amerikanische Form als besondere Varietät ansieht, müsste ich die mir vorliegenden deutschen Tiere als eine von *Canth. northumbricus* verschiedene Art ansprechen; denn die zwischen den britischen und deutschen Tieren bestehenden Unterschiede sind weit grösser und schwerwiegender als diejenigen, welche Herrick zwischen jenen und den amerikanischen konstatieren konnte.

---

[1]) Imhof, D. Art. u. d. Verbreit. d. Gen. *Canthocamptus.*

[3]) Desshalb führe ich auch oben die Herricksche Varietät als dem typischen *Canth. northumbricus* Brady identisch an.

Da Imhof[1]) die *var. americana* neben dem typischen *Canth. northumbricus* anführt, allerdings ohne ein Wort der Kritik, so darf ich wohl annehmen, dass er mit Herrick die Aufstellung einer gesonderten Varietät für nötig hält.

Charakteristik der Art.

Vorder- und Hinterkörper sind fast von derselben Breite.

Cephalothorax: Das Rostrum ist kurz und stumpf. Die dorsale Chitinplatte des ersten Segments ist besonders in ihrer mittleren Partie seitlich verbreitert, greift also weit auf die Bauchseite über. Ihre hinteren Ecken sind abgerundet. Die entsprechenden Partien am zweiten bis vierten Segmente (Taf. II. Fig. 16) dagegen sind ein wenig nach hinten vorgezogen und enden in scharfen Spitzen. Die Hinterränder aller Segmente sind tief ausgezackt. Die Ausschnitte sind oft regelmässig, oft aber wechseln breitere mit schmäleren und spitze mit stumpfen. Ähnlich wie bei *Canth. staphylinus* und einigen anderen Arten finden sich auch hier auf den dorsalen Platten aller Segmente mit Ausnahme des ersten mehr oder weniger regelmässige Reihen allerfeinster Dornen in grosser Anzahl.

Abdomen: (Taf. II, Fig. 15.) Die Hinterränder aller Segmente, mit Ausnahme des letzten, sind in demselben Grade ausgezackt wie die des Cephalothorax. Auch jene Reihen feinster Dornen finden sich hier wieder. An dem ersten Segmente sind diese Dornen länger, sehr zart, haarförmig und stehen oft so dicht, dass einzelne Partien wie mit einem zarten Flaum überzogen erscheinen.

Das Abdomen hat noch einen weiteren Schmuck: Unmittelbar über den Auszackungen des Hinterrandes treten am ersten weiblichen Segmente, dessen Verschmelzung aus zwei Ringen nur noch durch einen quer über die dorsale Mitte sich hinziehenden Verdickungsstreifen angedeutet wird, an jeder Seite fünf bis sieben grosse Dornen auf. Am zweiten Segmente ziehen sich die an den Seitenlinien beginnenden Reihen ebensolcher Dornen über den grössten Teil der ventralen Seite hinweg, ohne aber zusammenzustossen. Am dritten Segmente sind dieselben Verhältnisse zu beobachten wie am vorhergehenden; aber der daselbst zwischen den Enden der Dornenreihen freibleibende Raum wird hier durch eine Reihe bedeutend kleinerer Dornen ausgefüllt.

Dem ersten Segmente des männlichen Abdomens fehlt der Schmuck solcher Dornenreihen. Den übrigen Abschnitten dagegen kommt er zu, und zwar sind am zweiten die Verhältnisse dieselben wie am zweiten des Weibchens und am dritten und vierten wie am dritten daselbst.

---

[1]) Imhof, Die Art. und die Verbreit. d. Gen. *Canthocamptus*.

Der Hinterrand des letzten Abdomnialsegments ist an den Insertionsstellen der beiden Furkalglieder und dem ventralen Ausschnitte mit sehr feinen Stacheln besetzt. Grössere Dornen treten hier nicht auf. Auf der dorsalen Seite finden sich in gleichem Abstande von der Mittellinie zwei kleine Chitinhöcker, ebenso auf der Bauchseite; letztere sind aber der Mitte mehr genähert als erstere. Die Seitenränder der Afteröffnung sind mit feinen Haaren besetzt.

Das Analoperkulum (Taf. II, Fig. 17) trägt an seinem freien Rande eine Reihe oft recht ungleichmässig starker Dornen, welche von den Seiten nach der Mitte an Länge zunehmen.[1]

Neben jeder der beiden weiblichen Geschlechtsöffnungen stehen zwei Borsten (Taf. II, Fig. 22).

Die Furka (Taf. II, Fig. 15) ist in beiden Geschlechtern von gleicher Form. Nach dem Ende zu nimmt sie an Breite ab. Am Aussenrande entspringen in gleicher Höhe eine kurze und eine lange und weiter dem distalen Ende zu noch eine lange Borste. Beim Männchen stehen über der letzteren Borste noch einige kleine Dornen. Auf der ventralen Seite machen sich zwei Chitinhöcker bemerklich. Die innerste, sehr kurze Apikalborste ist an der Basis etwas verdickt; die mittlere, sehr starke Borste erreicht die Länge des gesamten Körpers mit Ausschluss des ersten Cephalothoraxsegments, sie ist fast bis zum Ende mit sehr kleinen Dornen besetzt und ungefähr dreimal so lang als die äussere, ebenfalls mit kurzen Fiederstacheln besetzte Borste.[2]

Die Vorderantennen des Weibchens sind achtgliedrig und genau so bewehrt wie bei *Canth. staphylinus.* Sie erreichen zurückgeschlagen noch nicht den Hinterrand des ersten Vorderleibsabschnittes. Der grosse Sinneskolben des vierten Segments reicht nur bis zum Ende des vorletzten Gliedes.[3]

Das vierte Segment der männlichen Antenne (Taf. III, Fig. 12) ist stark erweitert. Der Fortsatz dieses Gliedes, welcher ziemlich entfernt vom Innenrande entspringt, ist viel kürzer als bei *Canth. staphylinus.*[4]

---

[1] Über die Ornamentik des Körpers berrichtet Herrick gar nichts. Brady begnügt sich mit folgender Angabe: „The hinder margins of the abdominal segments are serrated with two rows of small teeth, and the anal operculum is also sparingly denticulated."

Die Reihen feinster Dornen hat also Brady ebensowenig beobachtet, wie die für das Erkennen unserer Art nicht unwesentlichen Auszackungen der Cephalothoraxsegmente. Die Auszackungen der Abdominalsegmente hat er für die untere der „two rows of small teeth" gehalten, ein Versehen, welches — besonders bei den Cyclopiden — einer grossen Zahl von Forschern untergelaufen ist. Die Angabe Bradys ist ferner noch deshalb ganz ungenau, weil aus ihr auch eine Bewehrung der dorsalen Ränder, die jedoch bei vorliegender Art stets fehlt, gefolgert werden muss.

In Fig. 14 giebt er übrigens die Ornamentik der ventralen Seite des männlichen Abdomens an. Den Hinterrand des ersten Segments lässt er daselbst entgegen seiner oben zitierten Angabe mit nur einer Reihe von Dornen bewehrt sein. Aber auch diese eine Reihe ist hier nicht vorhanden, denn hier finden sich ja die beiden Chitinplatten, welche die Geschlechtsöffnungen bedecken, von Brady aber übersehen sind. An den Hinterrändern der drei folgenden Segmente sollen die (oberen!) Dornenreihen seitlich aus einigen, wenigen, grösseren und in der Mitte gleichmässig kleinen Dornen bestehen. Der ventrale Ausschnitt des letzten Segments, den er übrigens irrtümlich als Analoperkulum bezeichnet (!), soll jederseits drei verschieden lange Dornen tragen (!).

[2] Weder Form noch Bewehrung der Furka lassen sich aus den Zeichnungen von Brady und Herrick erkennen. Ersterer hat übrigens (Fig. 14) die innerste Apikalborste übersehen.

[3] Die Angabe Bradys, dass die weiblichen Vorderantennen neungliedrig seien, ist sicher irrtümlich. Die Einschnürung in der Mitte des letzten Segments, welche in der That den Eindruck einer Zweiteilung hervorrufen kann, hat ihn (ebenso wie bei *Canth. trispinosus*) getäuscht, was sicher aus seiner Fig. 1 zu erkennen ist. Die Angabe der Beborstung in dieser Figur ist vielfach unrichtig. Den grossen Sinneskolben hat er z. B. ganz übersehen.

Herricks Zeichnung der weiblichen Vorderantenne ist ganz wertlos.

[4] Die Figuren, welche Brady und Herrick geben, sind ganz ungenau. Eine Kritik derselben unterlasse ich deshalb.

Die Hinterantennen: Der Hauptast ist drei-, der Nebenast (Taf. II, Fig. 18) eingliedrig. Letzterer trägt an der Spitze zwei Borsten und etwas über der Mitte des konvexen Randes noch eine, ebenfalls mit kurzen Fiederstacheln besetzte Bortse.[1])

Die Mundgliedmassen sind genau so gebaut, wie die von *Canth. staphylinus.*[2])

Schwimmfüsse: Die Aussenäste aller Fusspaare und die Innenäste des ersten in beiden Geschlechtern und des dritten beim Männchen sind dreigliedrig; die Innenäste der übrigen Füsse sind aus nur zwei Segmenten zusammengesetzt.

Der Innenast des ersten Paares (Taf. II, Fig. 19) ist sehr lang. Sein erstes Glied erreicht oder übertrifft noch die Länge des Aussenastes. Das zweite Segment ist sehr kurz, das dritte lang und schmal. Etwas oberhalb der inneren apikalen Ecke jedes Gliedes ist eine Fiederborste eingelenkt. Das dritte Segment trägt an seiner Spitze einen inneren, einseitig mit feinen Dörnchen bewehrten Stachel und eine lange, gekniete Borste. Das zweite Glied des Aussenastes trägt am Innenrande eine Fiederborste, das dritte an der Spitze einen Stachel und zwei gekniete Borsten.[3])

Das dritte Aussenastsegment des zweiten Fusspaares trägt am Innenrande eine Borste, welche mit zwei Reihen Fiederhärchen und einer Reihe feiner Dörnchen bewehrt ist. Der Innenast (Taf. III, Fig. 13) ist etwa so lang wie die beiden ersten Aussenastglieder. Sein erstes Segment wird von dem zweiten um das vierfache seiner Länge übertroffen und trägt am Innenrande eine Fiederborste. Das zweite Glied ist am Innenrande mit drei und an der Spitze mit zwei Fiederborsten und einem Stachel bewehrt. Beim Männchen, bei welchem sonst die Beborstung die gleiche ist, ist dieser Stachel in Wegfall gekommen;[4]) an seiner Stelle befindet sich nur ein kleiner, dornartiger Vorsprung der äusseren Ecke; aber auch dieser kann fehlen.

Das dritte Fusspaar ist beim Weibchen genau so gebaut und bewehrt wie das zweite. Am Innenrande des letzten Aussenastgliedes treten jedoch zwei Borsten auf; die obere derselben zeigt die Bewehrung wie die am zweiten Fusspaare; die untere ist eine gewöhnliche Fiederborste. Beim Männchen ist der Aussenast genau wie beim Weibchen, der Innenast (Taf. II, Fig. 20) dagegen vollkommen abweichend gebaut. Er ist dreigliedrig. Das erste Segment trägt in der Mitte des Innenrandes eine kurze Fiederborste. Das zweite Segment ist in einen langen Stachel ausgezogen, welcher sich haarförmig verjüngt und weit über das Ende des dritten Gliedes hinausragt. An der distalen, inneren Ecke des Segments entspringt noch eine kurze, unbefiederte Borste. Das letzte, lanzettförmige Segment trägt an der Spitze zwei Fiederborsten, von welchen die innere die kleinere ist.[5])

---

[1]) Brady giebt in seiner Fig. 3 an, dass das distale Ende mit drei unbefiederten Borsten, zwei längeren und einer kürzeren, besetzt sei (?).

Falls Herricks Angabe: „The palp of the antennule is as in *C. minutus*“ *(Canth. staphylinus)* für die nordamerikanischen Tiere richtig ist, so würden sich dieselben in diesem Punkt allerdings von den englischen und deutschen unterscheiden.

[2]) Brady giebt den Palpus der Mandibel (Fig. 4) eingliedrig an; bei den von mir untersuchten Tieren war er sicher zweigliedrig und genau so bewehrt, wie für *Canth. staphylinus* (Taf. I, Fig. 8) angegeben ist. — Die Bradyschen Zeichnungen der Maxille und des ersten Maxillarfusses sind sehr ungenau. In der Zeichnung des grossen Maxillarfusses fehlt die Angabe der Fiederborste des ersten Segments, die Dornenreihe des zweiten und die Borste an der Basis der Klaue.

[3]) Brady und Herrick geben den Bau dieses Fusspaares genau so an. Ersterer hat jedoch in seiner Zeichnung (Fig. 8) die Innenrandborste des dritten Segments des Innenastes nicht angegeben.

[4]) Brady hat diese Differenz, wie sich aus seiner Fig. 10 ergiebt, gleichfalls beobachtet.

[5]) Bradys Angaben über den Bau des Innenastes des dritten männlichen Fusses weichen von der meinigen nicht

Das letzte Aussenglied des vierten Fusspaares zeigt beim Männchen dieselbe Bewehrung wie das des dritten. Beim Weibchen (Taf. II, Fig. 21) ist jedoch die untere Innenrandborste keine gewöhnliche Fiederborste; sie hat nur einen einseitigen Besatz kurzer Dornen und ist stets charakteristisch gebogen.

Der Innenast, in beiden Geschlechtern gleich, erreicht nur die Länge des ersten Aussenastgliedes. Die Bewehrung weicht von dem vorhergehenden Fusspaare darin ab, dass hier der Innenrand des zweiten Segments nur zwei Borsten trägt, von welchen die untere stets gebogen und nach aussen mit langen Fiederhaaren, nach innen aber mit kurzen Fiederdornen besetzt ist.[1])

Fünftes Fusspaar des Weibchens (Taf. III, Fig. 14): Der innere Abschnitt des Basalsegments ist nur sehr wenig nach unten verlängert. Der Unterrand bildet in der Nähe der Insertionsstelle des Endglieds einen kurzen, zahnartigen Vorsprung und trägt sechs mit weit von einander entfernten Fiederdornen besetzte Borsten, von welchen die dritte (von aussen nach innen gezählt) die grösste und die erste die kleinste ist; von den übrigen folgen hinsichtlich ihrer Längen der vierten die fünfte, zweite und sechste. Am Unterrande der äusseren Partie stehen einige feine Dornen. Das Endsegment ist in seinem oberen Teile sehr breit und verschmälert sich nach der Spitze zu beträchtlich. Es trägt am Aussenrande zwei gleichlange Borsten, am Ende ebenfalls zwei, von welchen die innere die längste ist, und am Innenrande nahe dem distalen Ende eine Borste von etwa der halben Länge der benachbarten. Aussen- und Innenrand tragen noch einen Besatz kurzer Stacheln, welche sich auch oft noch in einigen kurzen Reihen auf die Oberfläche des Segments erstrecken.[2])

Beim Männchen (Taf. III, Fig. 15) trägt der Unterrand des Basalsegments vier kräftige Stacheln; der dritte ist der längste, die übrigen drei sind fast von gleicher Grösse. Der vierte ist von den drei anderen durch einen grossen Zwischenraum getrennt.[3]) Wie beim Weibchen, so findet

---

unwesentlich ab. Die kleine distale Borste am zweiten Segmente giebt er (Fig. 11) gar nicht an. Die sehr lange, stachelartige Verlängerung dieses Gliedes soll nach ihm in der Höhe der Spitze des dritten Segments endigen, das mit drei (unbefiederten) Borsten besetzt ist. Da — wie meine Fig. 20 zeigt — die Verlängerung des zweiten Gliedes sich meist über die Spitze des letzten Segments hinweglegt, so kann hierdurch leicht der Eindruck hervorgerufen werden, als ob sie relativ kurz und das Endglied mit drei Borsten bewehrt sei. Brady wird wohl durch diese Erscheinung getäuscht worden sein, ebenso auch Herrick, dessen Fig. 20 der Bradys ausserordentlich ähnlich ist.

[1]) Brady und Herrick zeichnen alle Anhänge dieses Fusspaares als unbefiedert. Ersterer giebt an Stelle des äusseren apikalen Stachels des letzten Innenastgliedes eine lange Borste an.

[2]) Die Verhältnisse, wie sie Brady in Fig. 12 darstellt, sind bis auf nicht erwähnenswerte Geringfügigkeiten genau dieselben, wie ich sie beobachtet habe. Das Endsegment als „quadrangular“ zu bezeichnen, dürfte aber wohl nicht ganz korrekt sein.

Herricks Fig. 6 weicht nicht unwesentlich von den von Brady und mir gegebenen Zeichnungen ab. Die Anzahl der charakteristischen Borsten beträgt zwar ebenfalls sechs für das Basal- und fünf für das Endsegment; aber die relativen Längen dieser Borsten sind durchaus andere. Am Basalsegmente sollen die Borsten nach ihrer Länge geordnet so aufeinander folgen: 3, 2, 1, 6, 5, 4. Der Aussenrand des viel schlankeren Endgliedes trägt noch die kürzere der beiden Endborsten. Die Borste, welche bei den britischen und deutschen Tieren dem Innenrande angehört, ist von Herrick als Apikalborste gezeichnet. Die Reihen feiner Dornen, welche sich auf der Fläche des Segments befinden, sollen in sehr grosser Zahl vorhanden sein. — Auf das Vorhandensein des oben erwähnten, zahnartigen Vorsprungs des Unterrandes des Basalsegments legt Herrick im Hinblick auf die Bradysche Figur ein besonderes Gewicht. Obgleich solchen minutiösen Gebilden keine grosse Bedeutung beizulegen ist, so mag doch erwähnt werden, dass der männliche Fuss des typischen *Canth. northumbricus* (cf. Bradys Fig. 13) dieses Zahnes ebenfalls nicht entbehrt. Am weiblichen Fusse ist er wahrscheinlich von Brady übersehen worden.

[3]) Brady (Fig. 13) und Herrick (Fig. 13) geben am Basalgliede nur drei Anhänge an, und zwar sind dieselben nach der Zeichnung des letzteren Forschers von gleicher Länge; in Bradys Figur ist der mittlere bedeutend länger als die beiden

sich auch hier ein zahnartiger Vorsprung des Unterrandes. Das Endglied ist schlanker als im anderen Geschlechte und nach hinten (unten) ebenfalls verjüngt. Die fünf Anhänge sind auch hier dornartig. Die beiden des Aussenrandes sind von ziemlich gleicher Länge. Der äussere apikale Dorn[1]) ist länger als jene und wird wieder von dem inneren an Länge übertroffen. Der Dorn des Innenrandes ist von allen der kürzeste. Winzige Dörnchen finden sich an den Rändern des Endsegments und an dem äussersten Vorsprunge des Basalgliedes.

Die Spermataphore ist klein und flaschenförmig.

Die Tiere sind fast farblos.

Der Eiballen ist gross; oft reicht er sogar bis zum Ende der Furka, ja noch darüber hinaus.

Grösse: ♀ 0,8, ♂ 0,6 mm.[2])

Erkennungsmerkmale: Die sehr stark ausgezackten Hinterränder aller Körpersegmente, Form der Furka, Bau des fünften Fusspaars.

Vorkommen: *Canth. northumbricus* ist ausser von Brady und Herrick nur noch von mir beobachtet worden, und zwar in einem Tümpel bei Dieskau, einem Teiche bei Sittichenbach (bei Eisleben) und im Schulensee[3]) in der Nähe von Kiel.

5. Canthocamptus trispinosus Brady.

(Taf. III, Fig. 1—11.)

1880. *Canthocamptus trispinosus* Brady, A monograph. Bd. II, p. 55—56. Taf. XLV, Fig. 15—22.
1880. „ *trispinosus* Rehberg, weitere Bemerkg. p. 65 u. 66. Taf. IV, Fig. 1—3, 7 u. 8.
1889. „ *trispinosus* Poppe, Notizen z. Fauna, p. 549—550. Taf. VIII, Fig. 2—4.

Vorbemerkung:

Brady beobachtete nur das Weibchen; Rehberg fand und beschrieb zuerst das Männchen, und Poppe ergänzte die Rehbergsche Diagnose.

Da *Canth. trispinosus* eine *Canth. northumbricus* sehr nahstehende Art ist, so ist auch, um Wiederholungen zu vermeiden, in nachfolgender Charakteristik soviel wie möglich auf letztere Form Bezug genommen.

---

anderen. Dass der vierte, innerste Anhang bei der britischen und nordamerikanischen Form wirklich fehlt, ist leicht möglich. Wenn man den Fuss nicht frei präpariert, kann man allerdings diesen Dorn auch leicht übersehen. — Die Form des Endsegments ist nach Herrick eine andere als Brady und ich sie gefunden haben.

[1]) Da zwischen Aussenrand und Spitze keine scharfe Grenze zu ziehen ist, so kann man diesen Dorn (ebenso wie am weiblichen Fusse — cf. Anm. 2 d. vor. S.) auch als zum Aussenrande gehörig auffassen.

[2]) Brady: 9 mm. Herrick: von 0,65 mm an aufwärts (?).

[3]) Das Material aus diesem Gewässer verdanke ich Herrn Dr. Apstein in Kiel.

Charakteristik der Art.

Vorder- und Hinterleib sind fast von gleicher Breite. (Taf. III, Fig. 1.)

Cephalothorax: Das Rostrum ist kurz und stumpf. Die distalen Ecken der dorsalen Chitinplatten sind nicht nach hinten verlängert. Am ersten Segmente sind die Ecken abgerundet, an den drei folgenden Ringen bilden sie fast rechte Winkel. Die Hinterränder aller Segmente sind in ihren seitlichen Partien ausgezackt, wenn auch nicht in dem Masse wie bei *Canth. northumbricus.* Die Auszackung wird nach der Mittellinie zu immer geringer, um zuletzt ganz zu verschwinden.

Die Struktur der Cuticula des ersten Segments (Taf. III, Fig. 2) ist ähnlich wie bei *Canth. staphylinus.* Über die Oberfläche ziehen sich dunkle, parallele oder netzförmige Linien. Ihre Anzahl ist aber grösser und deshalb ihre Entfernung von einander geringer wie bei jener Art.

Die übrigen Segmente zeigen denselben Schmuck feinster Dornenreihen wie die der beiden genannten Arten.[1])

Auch die Segmente des Abdomens (Taf. III, Fig. 3) besitzen dieselbe Ornamentik. Die Hinderränder aller Ringe mit Ausnahme des letzten sind ausgezackt; die dorsalen Auszackungen sind tiefer als die ventralen. Zwei laterale Chitinspangen in der Mitte des ersten weiblichen Segments deuten noch die Verschmelzung desselben aus zwei ehemals selbständigen Ringen an. Über dem Hinterrande dieses Segments treten zu jeder Seite einige (ca. 8) grössere Dornen auf. Am folgenden Ringe ziehen sich beim Weibchen die seitlich beginnenden Dornenreihen über den grössten Teil der Bauchseite; zwischen ihren Enden bleibt jedoch ein grosser Zwischenraum. Am dritten Segmente sind die Verhältnisse dieselben wie am vorhergehenden, nur dass der daselbst freibleibende Raum hier durch feinere Dornen ausgefüllt ist, und die Reihen sich noch mit einigen Dornen auf die dorsale Seite erstrecken.

Beim Männchen sind die Bedornungsverhältnisse der ersten Segmente genau dieselben wie am ersten des Weibchens. An den drei folgenden Ringen ziehen sich die seitlich beginnenden Dornenreihen über die ganze Bauchseite hinweg; ein freier Raum in den mittleren Partien ist also hier nicht vorhanden.[2])

---

[1]) Weder die Auszackung der Hinterränder, noch die Struktur des ersten und die Ornamentik der übrigen Cephalothoraxsegmente sind von einem der früheren Forscher beobachtet worden.

[2]) Bradys und Rehbergs Angaben über die Ornamentik der drei (♀) resp. vier (♂) ersten Abdominalsegmente sind ausserordentlich mangelhaft. Die Reihen feinster Dornen hat keiner der beiden Forscher gesehen.

Bradys Angabe: „The segments of the abdomen, except the last, are finely denticulated along the posterior margins“ weist bestimmt auf die Auszackungen hin. In seiner Fig. 22 dagegen ist für die ventrale Seite des ersten bis dritten Segments je eine Reihe seitlicher, spitzer, sonst aber stumpfer Dornen angegeben. Ob diese Dornen die Auszackungen oder die über den ausgezackten Hinterrändern stehenden Dornenreihen darstellen sollen, ist nicht zu entscheiden; ersteres sowohl wie letzteres wäre unrichtig. Denn sollte das erstere der Fall sein, so fehlten am zweiten und dritten Segmente die Dornenreihen, und der ventrale Hinterrand des ersten Segments ist natürlich nicht ausgezackt, da er ja von den beiden Genitalklappen gebildet wird. Auch letzteres kann nicht der Fall sein; denn dem ersten Segmente fehlt naturgemäss eine ventrale Dornenreihe und am zweiten und dritten sind diese Reihen in der mittleren Partie unterbrochen.

Rehbergs Angabe: „Die Abdominalsegmente sind . . . . am Hinterrande fein gezähnelt,“ ist ebenfalls ganz unvollständig. Aus seiner ganz mangelhaften Zeichnung ist gar nichts zu erkennen.

Am letzten Segmente findet sich nur am ventralen Abschnitte des Hinterrandes ein Besatz minutiöser Dornen. Beim Männchen treten auf der Bauchseite unmittelbar neben den Einlenkungsstellen der Furka noch je drei grössere Dornen auf.[1]

Das Analoperkulum trägt am freien Rande eine Reihe ungleich starker Dornen, welche von den Seiten nach der Mitte an Grösse zunehmen.[2]

Die Furka ist kurz, nach dem Ende zu verschmälert und in beiden Geschlechtern nicht vollkommen übereinstimmend gebaut.

Die des Weibchens (Taf. III, Fig. 3 u. 3a) ist relativ breit, an ihrer Endpartie abgerundet. Am Aussenrande sind drei Borsten eingelenkt; zwei davon, eine längere und eine kürzere, stehen in gleicher Höhe, die dritte ist nur wenig tiefer und mehr nach der ventralen Seite zu inseriert. Auf der dorsalen Seite ist ausser der bei allen Arten auftretenden „geknöpften Borste" nahe dem distalen Ende ein für die Art charakteristischer, spitzer, grosser Chitinhöcker zu beobachten. Auf der ventralen Seite macht sich an derselben Stelle ein ähnlicher aber abgerundeter Höcker bemerklich. Die beiden grössten Apikalborsten sind über- resp. untereinander eingelenkt, die grössere dorsal, die kleinere ventral. Beide sind mit kurzen Dörnchen besetzt und verhalten sich hinsichtlich ihrer Längen wie 1 : 3.[3]

Die Furka des Männchens (Taf. III, Fig. 4 u. 4a) weicht von der des Weibchens in folgenden Punkten ab: sie verschmälert sich nach dem Ende zu fast gleichmässig; ihre Breite ist geringer; der dorsale Chitinhöcker fehlt; über der Insertionsstelle der untersten Aussenrandborste stehen noch einige kleine Dornen; die beiden grossen Apikalborsten sind nie genau über- resp. untereinander, sondern stets mehr oder weniger, seltener allerdings genau nebeneinander eingelenkt, und der Unterschied ihrer Längen ist etwas geringer.

Die Vorderantennen des Weibchens sind achtgliedrig,[4] genau so gebaut wie die von *Canth. staphylinus* (cf. Taf. I, Fig. 5). Der Sinneskolben des vierten Segments reicht etwa bis zum Ende des siebenten Abschnittes.

---

[1] Brady lässt den ventralen Hinterrand des letzten Abdominalsegments in seiner Zeichnung nackt, Rehberg dagegen mit feinen Härchen besetzt sein (!).

[2] Brady: „anal operculum smooth" (?). Rehberg lässt das Analoperkulum ganz unerwähnt.

[3] Die Form der Furka ist aus den Zeichnungen beider Forscher einigermassen zu erkennen.

Nach Bradys Zeichnung entspringen die Aussenrandborsten auf der ventralen Fläche und sind gleich lang (!).

In Rehbergs Figur sind sie an der Insertionsstelle der Furka eingefügt angegeben (!). Innenrand und Aussenrand lässt dieser Forscher ausserdem noch mit feinen Härchen besetzt sein (!).

Weder den dorsalen Höcker (♀), noch den ventralen (♀ u. ♂) haben beide beobachtet.

Brady hat die innerste Apikalborste überhaupt nicht gesehen; er redet nur von „two plumose (?) apical setae"; die beiden anderen des Weibchens lässt er fälschlich nebeneinander entspringen; die Längen derselben sollen sich wie 1 : 2 verhalten.

In Rehbergs Figur ist nur am rechten Furkalzweige (die Zeichnung stellt die ventrale Seite dar) die eigentümliche Einlenkungsweise dieser Borsten ganz schwach angedeutet. Die kleinere der beiden Borsten soll nackt und die grössere in ihrem letzten Drittel mit Fiederhaaren besetzt sein! Von dem Dimorphismus beider Geschlechter hinsichtlich der Furka hat er überhaupt nichts bemerkt.

[4] Brady lässt sie irrtümlich neungliedrig sein. Er hat sich, wie bereits Rehberg bemerkt hat, durch die Einschnürung des achten Segments täuschen lassen. Die beiden Sinnesorgane des vierten und achten Segments hat er nicht gesehen: das Organ des letzteren Segments hat auch Rehberg unbeachtet gelassen. Die Beborstungsverhältnisse sind in den Zeichnungen beider Forscher mehr denn ungenau.

Das vierte Segment der männlichen Antenne (Taf. III, Fig. 5) ist etwa ebenso stark angeschwollen wie bei *Canth. northumbricus*, zeichnet sich aber dadurch aus, dass hier ein Anhang zu einem kurzen, breiten Dorne umgewandelt ist, und dass zwei kurze Borsten einseitige Befiederung zeigen. Der Sinneskolben dieses Segments reicht bis zum Ende des siebenten Abschnittes. Der Oberrand des sechsten Segments ist in einen charakteristischen Höcker ausgezogen. An demselben Rande des siebenten Segments sind zwei gebogene, dornartige Vorsprünge zu beobachten, wie solche auch an bestimmten Stellen der genikulierenden Antenne einiger *Calaniden*-Genera (*Diaptomus*, *Heterocope* etc.) auftreten.1)

Hinterantennen: Der Hauptast ist dreigliedrig, der Nebenast2) eingliedrig und ebenso bewehrt wie bei *Canth. northumbricus* (cf. Taf. II, Fig. 18).

Die Mundwerkzeuge zeigen nichts Auffallendes in ihrem Baue.3)

Die Schwimmfüsse (Taf. III, Fig. 6—8) sind genau so gebaut wie die von *Canth. northumbricus* (cf. p. 51 u. 52). Nur hinsichtlich des vierten Fusspaares besteht eine Differenz. Dem ersten Glied des Innenastes (Fig. 8) fehlt hier nämlich bei beiden Geschlechtern die Borste des Innenrandes.4)

Das fünfte Fusspaar des Weibchens (Taf. III, Fig. 9). Die innere Partie des Basalsegments ist nicht nach unten verlängert und tritt nahe der Einlenkungsstelle zahnartig hervor. Sie trägt drei von innen nach aussen an Grösse abnehmende, kräftige Borsten. Innen- und Unterrand des äusseren Abschnittes dieses Segments tragen je eine grössere Anzahl kleiner Dornen.

Das Endglied ist lang und relativ schmal. Es ist mit fünf kräftigen Borsten bewehrt, welche ebenso wie die des Basalsegments kurze Fiederdornen tragen. Eine Borste gehört dem Innenrande an, zwei resp. eine5) der Spitze und zwei resp. drei dem Aussenrande. Die freien Ränder des Endgliedes sind mit feinen Dornen besetzt, welche sich von dem Aussenrande her noch in einigen kurzen Reihen über einen Teil der Oberseite des Gliedes erstrecken.6)

---

1) Obgleich Rehberg — wie erwähnt — zuerst das Männchen gefunden hat, erwähnt er in seiner Diagnose die männlichen Vorderantennen gar nicht.

2) Bradys Zeichnung ist ziemlich richtig. Rehberg erwähnt den Bau des Nebenastes gar nicht; den Hauptast lässt er fälschlich aus nur zwei Segmenten bestehen.

3) Der Mandibularpalpus ist nicht eingliedrig, wie Brady ihn zeichnet (Fig. 17), sondern zweigliedrig, genau wie bei *Canth. staphylinus* (cf. Taf. I, Fig. 8). — Auch seine Zeichnungen der beiden Maxillarfüsse sind nicht vollkommen richtig; diese Extremitäten sind ebenfalls so gebaut wie die von *Canth. staphylinus* (cf. Taf. I, Fig. 10 und 11).

4) Rehbergs Angabe: „Das Grundglied des Innenastes vom ersten Schwimmfusse . . . . ragt nur bis zur Hälfte des dritten Gliedes vom äusseren Aste,“ ist ebenso richtig, wie meine Bemerkungen über dieselben Verhältnisse bei *Canth. northumbricus*. Die Länge dieses Gliedes ist eben nicht konstant. — Die weitere Angabe dieses Forschers: „Die übrigen Fusspaare zeigen grosse Übereinstimmung mit denen von *Canth. minutus* O. F. Müller“ (*Canth. staphylinus* Jurine) dagegen beruht auf einem starken Irrtum. Diese Füsse sind nicht so, sondern eben ganz anders als bei jener Art gebaut. Seine Abbildungen des ersten und vierten Fusspaares können auf Korrektheit keinen Anspruch machen.

Poppes Beschreibung resp. Abbildungen des zweiten bis vierten männlichen Fusspaares sind durchaus exakt; nur möchte ich bemerken, dass hinsichtlich des vierten Fusspaares zwischen Männchen und Weibchen keine Differenz besteht, abgesehen natürlich von der Länge der Borsten die bei ersterem in der Regel etwas geringer ist bei letzterem.

5) Denn die kürzere der beiden apikalen Borsten kann mit demselben Rechte auch dem Aussenrande zugerechnet werden.

6) Bradys Zeichnung des fünften weiblichen Fusses stimmt mit der von mir gegebenen Figur bis auf geringfügige Details vollkommen überein.

In Rehbergs Angabe: „das Grundglied ist neben dem Endglied . . . beim Weibchen mit einem kurzen Dorn und zwei langen Borsten . . . besetzt,“ ist wohl mit Recht Zweifel zu setzen.

Beim Männchen (Taf. III, Fig. 10) trägt der freie Rand der Innenpartie des Basalsegments, welcher ebenfalls zahnartig hervorspringt, nur zwei Anhänge, nämlich einen kurzen, äusseren und einen inneren, etwas längeren Dorn. Am Unterrande der äusseren Partie dieses Segments stehen einige feine Dörnchen. Das Endglied ist nicht so langgesteckt, hat aber im Prinzip dieselbe Bewehrung wie beim Weibchen. Systematisch unwichtige Dornen treten nur in sehr geringer Anzahl auf.[1]

Die Spermatophore (Taf. III, Fig. 11) ist klein und flaschenförmig.

Der Eiballen enthält eine grosse Zahl von Eiern.

Grösse: ♀ 0,7—0,85 mm. ♂ 0,6 mm.[2]

Färbung: Der Körper ist meist schmutziggrau, seltener rotbraun; Furka und Extremitätenpaare aber sind meist schön blau gefärbt.[3]

Erkennungsmerkmale: Die kurze abgerundete Furka des Weibchens mit dem dorsalen, dornartigen Höcker und der charakteristischen Stellung der beiden grossen Apikalborsten. Bau des fünften Fusspaares.

In Deutschland ist *Canth. trispinosus* bisher nur beobachtet worden durch Rehberg und Poppe in mehreren Gewässern des nordwestlichen Teiles der norddeutschen Tiefebene, von mir im Schulensee[4] bei Kiel und vielen Gewässern der Umgebung von Halle (Teiche bei Passendorf und am Sandanger, Dieskau, Fuhne bei Zörbig, Teich am Eisenhammer bei Düben etc.).

6. Canthocamptus fontinalis Rehberg.

(Mit 2 Textfiguren.)

1880. *Canthocamptus fontinalis* Rehberg, weitere Bemerk. p. 66 u. 67. Taf. IV, Fig. 4 u. 6.

Vorbemerkung:

Die Art, welche der Autor selbst nur in einem einzigen Gewässer, der „Quelle der Garte in Weissenborn bei Göttingen,“ gefunden hat, ist bisher von keinem anderen Forscher beobachtet worden. Um die durchaus ungenügende Rehbergsche Diagnose zu vervollständigen, war ich bestrebt, selbst Material zur Untersuchung zu erhalten. Da mir der Autor solches nicht überlassen konnte, wandte ich mich an Herrn Dr. v. Linstow in Göttingen, der mir in liebenswürdiger Weise zweimal *Copepoden*-Material aus genau demselben Gewässer sandte, aus welchem die Art durch Rehberg bekannt geworden war. Trotz der grössten Aufmerksamkeit konnte ich jedoch in diesem Materiale *Canth. fontinalis* nicht finden, wohl aber in zahlreichen Exemplaren jene Spezies, welche ich jüngst unter der Bezeichnung *Canth. Zschokkei* aus dem Rhätikon-Gebirge beschrieben habe.[1]

---

[1] Poppes Abbildung dieses Füsschens ist vollkommen korrekt. Rehberg giebt keine Abbildung.

[2] Brady: ♀ 1 mm. Rehberg: ♀ 1,64—1,72 mm mit den Apikalborsten der Furka, ohne dieselben 0,1 mm; ♂ 1,20 resp. 0,666 mm.

[3] Dass der Körper hyalin sei, wie Rehberg behauptet, habe ich nie finden können.

[4] Das Material verdanke ich der Güte des Herrn Dr. Apstein.

Da die Rehbergsche Diagnose *Canth. fontinalis* nur sehr unvollständig kennzeichnet,[2] so ist wohl möglich, dass Rehberg bei der Beschreibung seiner Art dieselbe Form vorlag, welche ich als *Canth. Zschokkei* bezeichnet habe. Andererseits ist es aber auch ebenso möglich, dass Rehberg eine andere Art als mir vorgelegen hat; denn die Erscheinung, dass eine Art, die heute in einem Gewässer sehr häufig auftritt, nach kürzerer oder längerer Zeit nur sehr selten oder gar nicht wieder zu finden ist, ist eine jedem *Copepoden*-Forscher bekannte Thatsache.

Also, ebensowohl, wie ich *Canth. fontinalis* in dem Materiale aus der Gartequelle nicht auffinden konnte, ebensowohl ist es möglich, dass Rehberg *Canth. Zschokkei* in demselben Gewässer nie gesehen[3] und als *Canth. fontinalis* eine durchaus andere Art beschrieben hat. Die Differenzen zwischen beiden Formen sind — wie eine einfache Vergleichung der Rehbergschen Diagnose mit meiner Beschreibung von *Canth. Zschokkei* (siehe später) erkennen lässt — auch in der That so gross, dass sie kaum Rehbergscher Flüchtigkeit auf Rechnung gesetzt werden können.

Da ich also nicht imstande bin, die Rehbergsche Diagnose zu ergänzen, so soll hier dieselbe wörtlich folgen. Einige Bemerkungen zu den Angaben Rehbergs werde ich, in ( ) gesetzt, hinzufügen. Auch die beiden Rehbergschen Figuren eines Furkalgliedes und des fünften weiblichen Fusses sollen hier in getreuer Nachbildung wiedergegeben werden.

Vorauszuschicken ist die Bemerkung, dass der Autor die Organisationsverhältnisse des Männchens mit keinem Worte erwähnt, obwohl er dasselbe — er giebt ja seine Grösse an! — gekannt hat. Es wirft schon dies kein gutes Licht auf die Zuverlässigkeit seiner

Charakteristik der Art.

„Die vorderen Antennen sind achtgliedrig, dünn und so lang als das erste Körpersegment. Das dritte Antennenglied trägt den schmalen, scheidenartigen Anhang, welcher fast bis zum Ende des letzten Antennengliedes reicht.“

(Dass die ersten weiblichen Antennen die Länge des ersten Cephalothoraxsegments erreichen sollen, ist sehr unwahrscheinlich, es müsste denn *Canth. fontinalis* eine Ausnahmestellung unter allen Arten des Genus einnehmen. Aus demselben Grunde ist die Rehbergsche Angabe über die Stellung des „schmalen, scheidenartigen Anhangs,“[4] des grossen Sinneskolben, unrichtig. Dieses Organ tritt nie am dritten, sondern stets am vierten Segmente auf.)

---

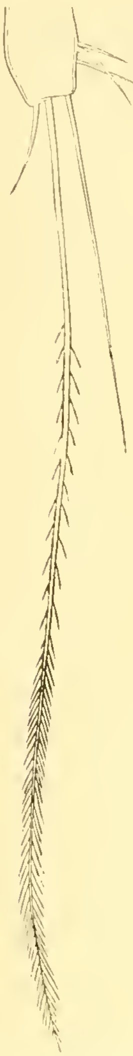
[1] Schmeil, *Copep.* des Rhätikon-Gebirges.

[2] Zahlreiche Beweise hierfür dürfte ich in den nachstehenden Bemerkungen zu Rehbergs Diagnose erbracht haben.

[3] In der Gartequelle lebt — abgesehen von *Canth. staphylinus* — auch noch *Canth. crassus*, welcher gleichfalls von Rehberg nicht beobachtet worden ist.

[4] Diese Bezeichnung ist übrigens höchst interessant. Rehberg scheint in der That nicht die Sinnesnatur dieses Organs gekannt zu haben, die bereits Claus ca. ein Vierteljahrhundert vor ihm zweifellos festgestellt hat!

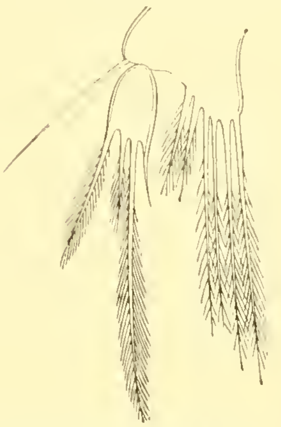
„Die zweiten Antennen sind verhältnismässig breit und an Länge, die Borsten mitgerechnet den vorderen gleich. Der Anhang am Grundgliede der zweiten Antenne ist nach dem Ende hin regelmässig erweitert und wie bei den übrigen Arten an der Spitze mit drei Borsten versehen.“



(Die Angabe über die Breite und Länge der Hinterantennen ist wertlos, da sie für alle *Canthocamptus*-Arten zutrifft. — Die zweite Angabe ist höchst ungenau, denn der Innenast stellt sich nicht dar als ein „Anhang des Grundgliedes,“ sondern des zweiten Segments, und an der „Spitze“ treten bei keiner Art drei, sondern stets nur zwei Borsten auf. — Aus Rehbergs Mitteilung scheint nur hervorzugehen, dass der Innenast bei *Canth. fontinalis* eingliedrig ist und die Bewehrung zeigt, wie sie für *Canth. northumbricus* auf Taf. II, Fig. 18 dargestellt ist.)

„Der Innenast des ersten Schwimmfusses ist reichlich doppelt so lang wie die beiden Grundglieder des Aussenastes. Beide Äste sind dreigliedrig und tragen am Ende der Aussenseite jedes Gliedes eine lange Borste; ausserdem trägt das Endglied des Innenastes zwei, das des Aussenastes drei Borsten an der Spitze.“

(Die Bewehrung dieses Fusspaares ist sicher teils falsch, teils ungenau angegeben, denn: die Aussenastsegmente tragen am äusseren Rande nie je eine lange Borste, sondern stets kräftige Dornen und die Innenastglieder sind an diesen Stellen — abgesehen von dem regelmässig auftretenden, systematisch unwichtigen Dornenbesatze — stets unbewehrt. Ferner ist die Spitze des letzten Innenastgliedes nie mit zwei Borsten, sondern mit einer Borste und einem Dorn und die des letzten Aussenastgliedes nie mit drei Borsten, sondern mit zwei Borsten und einem Dorne bewehrt.)



Kopien der beiden Rehbergschen Zeichnungen eines Furkalzweiges und eines Fusses des fünften Paares (♀) von *Canth. fontinalis.*

„Die drei folgenden Fusspaare stimmen ziemlich mit denen der vorher beschriebenen Spezies (*Canth. trispinosus* Brady) überein.“

(Sicher würde eine spezielle Angabe darüber, wie weit diese Fusspaare von *Canth. fontinalis* mit denjenigen von *Canth. trispinosus* übereinstimmen, resp. differieren, wichtiger gewesen sein, als diese sehr allgemein gehaltene Bemerkung.)

„Ganz abweichend (wahrscheinlich von dem entsprechenden Fusse von *Canth. trispinosus?*) ist der fünfte Fuss beim Weibchen gebildet. Das Grundglied trägt auf einer starken Erweiterung sechs verschieden lange Borsten, deren Grössenverhältnis aus Taf. IV, Fig. 6 ersichtlich ist. Das Endglied dagegen trägt nur eine lange und drei kürzere Borsten an der Spitze.“

(Ganz abgesehen davon, dass alle Borsten — mit Ausnahme derjenigen des unrichtig dargestellten äusseren Abschnittes des Basalsegments — fälschlich als einfache Verlängerungen der Chitinplatten beider Segmente dargestellt sind, ist aus der Figur (s. die vorstehende Kopie) ersichtlich, dass das Basalsegment an seinem inneren Abschnitte nach unten nicht „stark erweitert" (verlängert) ist.

„Sehr charakteristisch ist für diese Spezies besonders die Furka. Dieselbe ist fast vierkantig, etwas länger als breit und an der Innenseite bogig erweitert. Die Aussenseite derselben trägt drei verschiedene lange Borsten und die Spitze ebenfalls drei, von denen die äussere zur inneren im Verhältnis wie 2 : 5 steht."

(Dass die Apikalborsten so weit von einander entfernt am Ende der Furka inseriert sein sollen, wie dies Rehberg angiebt (vgl. die vorstehende Kopie) ist wenig glaublich. Ebenso erlaube ich mir einige Zweifel in die angegebene haarförmige Befiederung des Endabschnittes der grössten dieser Borsten zu setzen; denn eine solche Bewehrung würde im ganzen Genus *Canthocamptus* einzig dastehen.)

„Nur die vier letzten Abdominalsegmente sind im letzten Drittel des Hinterrandes mit deutlichen Dornen versehen."

(Diese Angabe ist aber so wenig genau wie zutreffend. Zunächst insofern, als das Weibchen, von dem doch unser Autor redet, ein Abdomen hat, das überhaupt nur aus vier Segmenten besteht. Sollte hier aber wirklich einmal das Männchen gemeint sein, so dürfte bei fünf Abdominalsegmenten eine Bewehrung von vieren derselben wohl kaum als Ausnahme zu bezeichnen sein. Die Worte „im letzten Drittel des Hinterrands" sind überhaupt nicht zu verstehen. Entweder treten die angegebenen Dornen zum Beginn oder im letzten Drittel der Länge der einzelnen Segmente oder an den Hinterrändern derselben auf. Sollte letzteres der Fall sein, so haben wir es hier sicher nicht mit Dornen, sondern mit Auszackungen der Hinterränder zu thun.)

„Die einzelnen Körpersegmente sind weit übergreifend," (d. h. sicher nur, wenn durch starke Wasserentziehung oder dgl. die Muskeln sich stark zusammengezogen haben.)

„Die Grösse beträgt beim Männchen 0,50 mm, mit Schwanzborsten 0,76 mm; beim Weibchen 0,66 mm, mit Schwanzborsten 0,93 mm."

„Ich kenne nur einen einzigen Fundort für diese Form, nämlich die Quelle der Garte in Weissenborn bei Göttingen, in der sich doch eine ziemliche Menge von Individuen vorfanden."

7. Canthocamptus pygmaeus Sars.

(Taf. V. Fig. 1–15.)

1863. *Canthocamptus pygmaeus* Sars, Oversigt p. 230 u. 231.
1880? *Attheyella cryptorum* Brady, A monograh. Bd. II, p. 60–62. Taf. LII, Fig. 1–18.1)
1889. *Canthocamptus Borcherdingii* Poppe, Notizen zur Fauna p. 545–548.

Bemerkungen zu den Synonyma.

Als Sars i. J. 1863 seine oben zitierte und so überaus wichtige Arbeit veröffentlichte, kannte man sicher eigentlich nur eine *Canthocamptus*-Art, (*Canth. staphylinus.*2)) Deshalb brauchte auch der verdienstvolle nordische Forscher in seinen Diagnosen nicht alle diejenigen Merkmale zu berücksichtigen, welche man jetzt zur sicheren Bestimmung einer Art für notwendig hält.

Solche Charakteristiken erschweren aber das Wiedererkennen einer Art ungemein, denn sie können ja eben wegen ihrer Dehnbarkeit oft auf mehrere Formen zugleich angewendet werden. Findet sich in einer solchen Diagnose nun obendrein noch ein Irrtum — und wäre es ein noch so geringer — dann figuriert die so charakterisierte Form meist lange Zeit in der Litteratur als besondere Art, wie dies eben bei *Canth. pygmaeus* Sars der Fall ist.

Deshalb hat auch Poppe ebenso wie Imhof3) die Identität dieser Form mit *Canth. Borcherdingii* übersehen, und auch mir ist sie erst zweifellos geworden, seit mir Herr Professor Sars einen Einblick in seine Originalzeichnungen gestattete.

Die Diagnose von *Canth. pygmaeus*, so allgemein sie auch gehalten ist, passt vollkommen auf *Canth. Borcherdingii*; jedoch findet sich in ihr die Angabe, dass der Innenast des vierten Schwimmfusspaares eingliedrig sei, während er bei der Art Poppes aus zwei Segmenten besteht. Nebenbei sei bemerkt, dass in den Originalzeichnungen Sars dieser Innenast ebenfalls zweigliedrig dargestellt ist, dass also die gegenteilige Angabe der Diagnose auf einem Versehen beruht. Hätte Sars seine Zeichnungen s. Z. mitveröffentlicht, so wäre die Übereinstimmung beider Formen von dem so gewissenhaften Poppe sicher nicht unbeachtet geblieben, auch wenn sich in den bezüglichen Abbildungen der Irrtum der Diagnose wiedergefunden hätte.

---

1) Unberücksichtigt soll hier Bradys frühere Beschreibung dieser Art bleiben, (Descript. of an *Entomostr.* inhabit. a Coal Mine, in Journ. of Mierscop. Science vol. IX.), da dieselbe durch Veröffentlichung der oben zitierten vom Autor selbst als nicht mehr massgebend gekennzeichnet worden ist.

2) Die meisten bis zu jener Zeit beschriebenen *Canthocamptus*-Arten gehörten anderen Genera an, worüber Claus' „freil. *Copepoden*“ hinreichende Beweise erbringen. Auch die von Fischer sehr ungenau beschriebenen beiden Arten, *Canth. elegantulus* und *Canth. Mareoticus* (Beitr. z. Kenntn. d. *Entomostr.*), gehören sicher nicht zum Genus *Canthocamptus*, wie es jetzt Geltung hat. — Imhof (D. Arten u. d. Verbreit. d. Gen. *Canthocamptus*) dagegen hält auch diese Arten Fischers für *Canthocamptus*-Arten. Über Fischers *Canth. horridus* cf. p. 43—48.

3) Imhof, D. Arten u. d. Verbreit. d. Gen. *Canthocamptus.*

Es würde hier also die Frage entstehen, ob diese irrtümliche Angabe, die von Sars eingeführte Bezeichnung zu Gunsten der Poppes zu streichen bedingt? Ich glaube dies verneinen zu müssen. Es ist allerdings nicht ausgeschlossen, dass neben *Canth. Borcherdingii* noch eine vollkommen gleiche, aber mit einem anders gebauten Innenast des vierten Fusspaares versehene Art (also *Canth. pygmaeus*) existiert; wahrscheinlich ist dies aber entschieden nicht. Eine solche, bis auf ein einziges Merkmal sich nur von einer älteren Art unterscheidende Form dürfte dann aber sicher nicht als selbständige Spezies, sondern nur als Varietät der ersteren bezeichnet werden. Wollte man aber trotzdem mein Vorgehen, die älteste Bezeichnung wieder angewendet zu haben, als ungerechtfertigt bezeichnen, so dürfte man fast keinen der älteren Namen wieder aufnehmen; denn Irrtümer und Fehler finden sich in den Diagnosen fast aller jener Arten, wofür im ersten Teil dieses Werkes leider mehr denn zuviel Belege erbracht werden mussten. Und übrigens ist der Irrtum, der Sars untergelaufen ist, ja auch nicht derart, um eine Identität beider Formen von vorerein zu verneinen, sondern nur etwas ungewiss zu machen!

Die Möglichkeit einer Identität der vorliegenden Art mit *Attheyella cryptorum* Brady hat bereits Poppe in Betracht gezogen, veranlasst durch die vollkommene Übereinstimmung beider hinsichtlich der Füsse des fünften Paares beim Weibchen und durch Anklänge, welche sich im Bau der Schwimmfüsse vorfinden. Durch die Bedornung der Hinterränder aller Körpersegmente von *Attheyella cryptorum* und durch die Differenzen im Baue der Innenäste der Schwimmfüsse und des fünften männlichen Fusspaares bewogen, glaubte aber Poppe sich gegen eine Gleichstellung beider Arten aussprechen zu müssen.

Sars dagegen hält — wie ich aus der Unterschrift seiner Originalzeichnungen von *Canth. pygmaeus* ersehen konnte — beide Arten für vollkommen sicher identisch. Auch ich neige dazu, in beiden Formen dieselbe Art zu erblicken. Da ich aber nicht imstande bin, dies unzweifelhaft nachzuweisen,[1]) so führe ich *Attheyella cryptorum* nur als fraglich synonym an.

Im speziellen haben mich hierzu folgende Thatsachen veranlasst:

1) Bei *Attheyella cryptorum* ist die Furka kurz und wird, wie dies auch bei *Canth. pygmaeus* der Fall ist, zum Teil von der dorsalen Chitinplatte des letzten Abdominalsegments bedeckt. — Die Bewehrung des Aussenrandes der Furka ist in Bradys Fig. 18 sicher ungenau angegeben. Auch die innerste Apikalborste und die geknöpfte Borste der dorsalen Furkalfläche, die beide zweifellos vorhanden sind, sind in jener Figur weggelassen.
2) Das Analoperkulum trägt einige Dornen. Die Dornen sind von Brady in Fig. 18 irrtümlicherweise als Auszackungen des freien Randes der Analklappe angegeben.
3) Der Nebenast der Hinterantennen ist zweigliedrig. — Auch die Bewehrung (Fig. 4) ist dieselbe wie bei *Canth. pygmaeus*.
4) Das erste Fusspaar ist genau so gebaut wie bei *Canth. pygmaeus*.
5) Dasselbe gilt vom zweiten Fusspaare. — Die innere Apikalborste am zweiten Gliede des Innenastes (Fig. 10) zeichnet Brady sicher zu lang. Den männlichen Innenast (Fig. 14) giebt er fälschlich als zum dritten Fusse gehörig an.

---

[1]) Herr Prof. Brady war leider nicht imstande, mir Vergleichsmaterial schicken zu können.

6) Die Innenäste des dritten Fusspaares sind bei beiden Geschlechtern wie bei *Canth. pygmaeus* gebaut. Den weiblichen Innenast (Fig. 12) giebt Brady allerdings nur als eingliedrig an: dass er aber in der That ebenfalls zweigliedrig ist, deutet die obere, fälschlich als dem zweiten Basalsegmente zugehörig gezeichnete Borste an, welche die Innenrandborste des ersten Gliedes repräsentiert. Die beiden Innenrandborsten des zweiten Gliedes fehlen ebenfalls in der Bradyschen Zeichnung. Die Gliederung des männlichen Innenastes, welcher fälschlich als zum zweiten Fusspaare gehörig angegeben ist, ist aus Bradys Fig. 13 ebenfalls nicht ersichtlich.[1] Dass es sich aber hier nur um einen Fuss von *Canth. pygmaeus* handeln kann, ist aus dem charakteristisch geformten Basalteile des dornartigen Fortsatzes des zweiten Segments ersichtlich. Die kürzere Apikalborste des dritten Gliedes hat Brady übersehen.

7) Den Innenast des vierten weiblichen Fusses (Fig. 11) giebt Brady ebenfalls als eingliedrig an. Da seine Bewehrung, ebenso wie die des Aussenastes, genau dieselbe ist wie bei *Canth. pygmaeus*, so dürfte es wohl nicht allzu gewagt sein, auch hier einen Beobachtungsfehler Bradys anzunehmen.

8) Obgleich auch der Innenast des vierten Fusses vom Männchen als eingliedrig gezeichnet ist (Fig. 15), so ergiebt sich doch aus seiner ausserordentlich charakteristischen Bewehrung, dass es sich hier ebenfalls nur um eine Extremität der vorliegenden Art handeln kann.

9) Der fünfte Fuss des Weibchens (Fig. 16) ist genau wie bei *Canth. pygmaeus* gebaut.

Folgende näher zu beleuchtende Angaben Bradys sprechen oder könnten gegen eine unbedingte Indentifikation der beiden Arten sprechen.

1) Wie oben angegeben, lässt Brady die Innenäste einiger Schwimmfüsse nur eingliedrig sein. Es ist dies wohl denkbar, aber ausserordentlich unwahrscheinlich, wenn man die fast vollkommen überstimmenden charakterstischen Bedornungsverhältnisse in Betracht zieht. Die ersten Innenastsegmente sind bei *Canth. pygmaeus*, besonders am vierten Fusspaare beiderlei Geschlechts, so kurz, dass sie nur gar zu leicht übersehen werden können.

2) Brady zeichnet die Hinterränder aller Körpersegmente als mit Dornenreihen besetzt (Fig. 1). Die Thatsache, dass bei keiner einzigen *Canthocamptus*-Art — denn mit einer solchen haben wir es hier fraglos zu thun — eine solche Ornamentik der Cephalothoraxsegmente auftritt, macht es höchst wahrscheinlich, dass Bradys Art hiervon keine Ausnahme macht. Auch die sehr gleichmässige Bedornung der Abdominalsegmente zeigt, dass Brady die ornamentalen Verhältnisse nicht mit notwendiger Sorgfalt untersucht hat.

3) Das zweite Segment des fünften Fusses vom Männchen (Fig. 17), das genau dieselbe Form wie es bei *Canth. pygmaeus* hat, zeichnet Brady als nur mit vier Borsten bewehrt. Auch diese Differenz ist ohne Belang. Denn dass in dem Bradyschen Präparate die untere der beiden Innenrandborsten ausgefallen war, zeigt deutlich die Zeichnung. Die zarte, schräg gerichtete Apikalborste wird Brady wohl, wie vieles andere, übersehen haben.

---

[1] Poppe hat bereits den Irrtum Bradys, dass Fig. 13 den Innenast des dritten Fusspaares darstellen soll, berichtigt. Aber nicht Fig. 12 stellt, wie Poppe meint, einen Innenast des zweiten männlichen Fusses dar, sondern Fig. 14.

4) Das Fehlen des Mandibularpalpus bezweifelt Brady selbst.

5) Von Wichtigkeit ist die Angabe, dass Brady an allen von ihm untersuchten Tieren keine Spur von dem Vorhandensein eines Auges entdecken konnte. Poppes Annahme, dass *Attheyella cryptorum* durch Degeneration aus *Canth. pygmaeus* entstanden sei, ist demnach gar nicht unwahrscheinlich. Unbemerkt will ich aber nicht lassen, dass ich gerade bei letzterer Art den Pigmentkörper des Auges auffallend klein gefunden habe. — Sollte die Bradysche Art wirklich vollkommen blind sein, so könnte sie aus diesem Grunde allein sicher nicht zu einer selbständigen Art erhoben, sondern nur als eine blinde Varietät von *Canth. pygmaeus* aufgeführt werden.

Mit der Identifikation der beiden *Attheyella*-Arten (*Atth. spinosa* = *Canth. crassus* Sars[1]) und *Atth. cryptorum* = *Canth. pygmaeus* Sars) ist auch das von Brady aufgestellte *Genus Attheyella* selbst gefallen.

Wie man von Poppe nicht anders erwarten kann, hat er auch vorliegende Art sehr genau und sorgfältig studiert. Nichtsdestoweniger finden sich aber doch einige Abweichungen zwischen seinen Angaben und meinen Befunden. Ob dieselben auf Irrtümern jenes Forschers oder auf thatsächlichen Differenzen im Bau der ihm, resp. mir zur Untersuchung vorgelegenen Tiere[2]) beruhen, kann ich nicht entscheiden. Bei mir dürften wohl in allen Fällen Irrungen ausgeschlossen sein, da mir ja die treffliche Arbeit Poppes als Kriterium diente.[3]) Die Unterschiede sind übrigens sehr minimal. Sollten Poppe wirklich einige geringe Versehen, die an dem Werte seiner gewissenhaften Bearbeitung durchaus nichts zu ändern imstande sein würden, untergelaufen sein, so wäre dies bei der geringen Grösse der Tiere und der damit verbundenen schwierigen Präparation ausserordentlich entschuldbar.

Charakteristik der Art.

Die gesamte Leibesform ist ausserordentlich schlank (Taf. V. Fig. 1).

Cephalothorax: Die hinteren Ecken des ersten bis vierten Segments sind abgerundet und nicht verlängert. Auszackungen der Hinterränder und jede weitere Ornamentik[4]) fehlen. Das Rostrum ist von mittlerer Länge und erstreckt sich oft in der Richtung der Längsachse.

Abdomen: (Taf. V. Fig. 2.) Die Hinterränder sind ebenfalls nicht ausgezackt. Die Verbindungsmembranen der einzelnen Glieder sind stark entwickelt. Die Verschmelzungsstelle des ersten weiblichen Segments aus zwei im letzten Larvenstadium selbständigen Ringen ist nur noch durch je eine seitliche, sehr kleine Chitinfalte angedeutet. Dornen fehlen auffallender Weise an dieser Stelle, während bei dem Männchen an der homologen Körperstelle, also am Hinterrande des ersten Segments, solche auftreten. Die Reihen dieser Dornen beginnen in den Seitenlinien und erstrecken sich je ein Stück auf die dorsale Fläche.

---

[1]) cf. p. 38.

[2]) Da ich in Deutschland nur ein einziges Exemplar dieser Art fand, so hat mir Herr Dr. Mrázek durch freundliche Übersendung einer grösserer Anzahl von Individuen eine genaue Untersuchung ermöglicht. Sämtliche Figuren, mit Ausnahme von 1, 2 und 14, sind nach diesen aus einem Gewässer bei Přibram stammenden Tieren gezeichnet.

[3]) Bradys Angaben hier nochmals vergleichsweise zu citieren, ist überflüssig; vergl. die vorhergehende eingehende Besprechung von *Attheyella cryptorum*.

[4]) Bezüglich der Angabe Poppes, „dass sich in der Mitte der Cephalothoraxsegmente Querreihen zweigliederiger feiner Borsten finden, die jedoch erst bei stärkerer Vergrösserung sichtbar werden" vergl. Teil I. p. 33. Anm. 1. Als „zweigliedrig" sind diese Borsten aber sicher nicht zu bezeichnen.

Am Hinterrande des ersten weiblichen Segments tritt seitlich je eine Dornenreihe auf. Dieselben erstrecken sich mit je einigen Dornen auf die ventrale und dorsale Seite, verschmelzen jedoch nicht miteinander. Am entsprechenden, also am zweiten Segmente des männlichen Abdomens treten ebensolche Dornenreihen auf, verschmelzen aber ventral mit einander zu einer ununterbrochenen Reihe.

Der zweite und dritte Ring beim Weibchen, ev. der dritte und vierte beim Männchen sind durch je zwei laterale Reihen feiner Dornen im oberen Drittel der Länge besonders charakterisiert. Jede dieser Reihen, welche sich etwas auf beide Körperseiten hinübererstreckt, besteht wieder aus zwei kürzeren, gebogenen Reihen. Die Hinterränder dieser Segmente tragen einen Besatz grösserer Dornen. Am zweiten weiblichen Ringe erstrecken sich diese Dornen von den Seiten aus nur über einen Teil der Rücken- und Bauchfläche; am dritten bilden sie dagegen einen (ununterbrochenen) Kranz. An den beiden hier in Betracht kommenden Ringen des Männchens sind die Verhältnisse dieselben wie am dritten des Weibchens. Die in der Nähe der dorsalen Mittellinie stehenden Dornen am dritten weiblichen (Taf. V, Fig. 2), resp. am vierten männlichen Segmente scheinen von den seitlichen stets durch einen kleinen Zwischenraum getrennt zu sein; beim Männchen zeichnen sich diese Dornen, soweit ich konstatieren konnte, durch besondere Grösse aus.[1]

Dem letzten Abdominalsegmente fehlen in beiden Geschlechtern die oberen Dornenreihen. Die lateralen Hinterränder tragen je eine kurze Reihe kleiner Dornen. Während beim Weibchen der ventrale Ausschnitt des Hinterrandes mit nur sehr feinen Zähnchen besetzt ist, treten beim Männchen an derselben Stelle sehr grosse Dornen auf.[2]

Das Analoperkulum ist mit einer Reihe sehr starker Zähne bewehrt. Die Anzahl derselben ist schwankend. Beim Weibchen zählte ich deren sieben bis neun,[3] beim Männchen vier und fünf.

Neben den weiblichen Geschlechtsöffnungen sind je zwei befiederte Borsten inseriert. Der mittlere Anhang der Genitalklappe des Männchens ist wie bei *Canth. minutus* (cf. Taf. II, Fig. 3) der längste.

Die **Furka** (Taf. V, Fig. 2) ist in beiden Geschlechtern von gleicher Form. Da sie auf der

---

[1] Da mir zur Untersuchung nur eine beschränkte Anzahl von Individuen zu Gebote stand, so konnte ich nicht feststellen, ob diese Erscheinungen wirklich Regel sind. — Ein Männchen beobachtete ich, bei dem die Reihe grosser Dornen überhaupt nicht vorhanden war.

[2] Sars: „segmentis abdominalibus . . . . versus marginem posteriorem ad latera et subtus serie transversa aculeorum instructis."

Poppe hat die Ornamentik des Abdomens etwas summarisch behandelt. Die sexuellen Differenzen hat er unbeachtet gelassen. Seine Angabe, dass der Besatz grösserer Dornen im „zweiten Drittel" der bezüglichen Segmente auftrete, ist richtig, sobald man die Verbindungsmembran zweier Segmente jedesmal zu dem vorhergehenden Ringe rechnet. Gemeinhin hat man dies aber nicht gethan, sondern diese Dornenreihen als dem Hinterrande des eigentlichen Chitinringes angehörend bezeichnet.

[3] Poppe giebt für das Weibchen elf an.

Sars: „Operculum anale dentatum, dentibus majusculis."

dorsalen Seite von der Chitinplatte des letzten Abdominalsegments weit überdeckt wird, so erscheint sie von oben gesehen kürzer, als sie thatsächlich ist. Die Breite ist im Verhältnis zu der geringen Länge sehr bedeutend, so dass der optische Querschnitt fast quadratisch ist. Der Aussenrand trägt neben zwei langen Borsten einige kurze Dornen. Einige ebensolche Dornen treten am ventralen Hinterrande und der untersten Partie des Innenrandes auf. Die beiden grossen, stark divergierenden Apikalborsten, welche in ihren mittleren Abschnitten mit kurzen, relativ eng stehenden Nebendörnchen ausgerüstet sind, verhalten sich hinsichtlich ihrer Längen etwa wie 2 : 1. Die mittlere Borste ist etwa halb so lang als der gesamte Körper, also relativ kurz. Die innerste Apikalborste ist kurz und zart.[1])

Die Vorderantennen des Weibchens[2]) sind viel kürzer als das erste Cephalothoraxsegment, achtgliedrig und genau in derselben Weise bewehrt wie für *Canth. staphylinus* (Taf. I, Fig. 5) angegeben ist. Die des Männchens sind so gebaut wie die von *Canth. minutus* (cf. Taf. II, Fig. 4); jedoch fehlt denselben die Verbreiterung des siebenten Segments, welche für jene Art charakteristisch ist.

Hinterantennen: Der Hauptast ist dreigliedrig; der Nebenast (Taf. V, Fig. 4) zweigliedrig und genau in der Weise bewehrt wie bei *Canth. staphylinus.*[3])

Mundwerkzeuge: Der Palpus der Mandibel (Taf. V, Fig. 6) ist nur eingliedrig; an seiner Spitze stehen vier[4]) Borsten von verschiedener Länge. Die übrigen Mundgliedmassen zeigen nichts Abweichendes in ihrem Baue.

Schwimmfüsse: Die Aussenäste sind dreigliedrig; die Innenäste, mit Ausnahme des dritten beim Männchen, sind aus nur zwei Segmenten zusammengesetzt. Bewehrung resp. Bau der letzteren sind an allen Fusspaaren verschieden.

Innen- und Aussenast des ersten, bei beiden Geschlechtern übereinstimmend gebauten Fusspaares (Taf. V, Fig. 7) sind von ungefähr gleicher Länge.[5]) Am Innenrande des zweiten Aussenastsegments tritt eine Borste auf, welche ebenso wie die entsprechenden Borsten der anderen Fusspaare folgende Bewehrung zeigt: abgesehen von der einseitigen Bewehrung der Endpartie mit ausserordentlich feinen Dornen, wie solche an allen Innenrandborsten, auch an denjenigen der Innenäste zu konstatieren ist, sind diese Borsten unbefiedert bis auf einige (1—3) kurze Dornen, welche unmittelbar über der Basis auf der dem Aussenaste zugekehrten Seite ganz konstant anzutreffen sind. Auch an dem Innenrande dieses Segments, ebenso wie an der entsprechenden Stelle der anderen Fusspaare, treten regelmässig einige solcher Dörnchen auf. Den Innenrändern der beiden anderen Segmente und allen übrigen Innenrandborsten fehlt eine solche charakteristische Bewehrung.[1] Das letzte Glied des Aussenastes trägt am Ende einen Dorn und zwei gekniete Borsten. Die beiden Segmente des Innenastes sind von gleicher Länge; das erste ist aber viel breiter als das nach seinem Ende sich stark verjüngende zweite Glied. Am Innenrande jedes Segments ist eine Borste zu finden; am Ende des zweiten treten ferner noch ein Dorn und eine gebogene Borste auf.[2]

---

[1]) Sars: „Rami caudales brevissimi latiores quam longiores setis majoribus apicalibus duabus sat divergentibus in medio aculeatis, exteriore dimidiam longitudinem interioris aequante.“

Die Bewehrung der Furka hat Poppe nicht speziell angegeben. Die innerste Apikalborste scheint er nicht gesehen zu haben. („Die Furkalglieder . . . . tragen am Ende . . . zwei Borsten.“)

[2]) Poppe giebt eine sehr gute Abbildung dieses Extremitätenpaares.

Sars: „Antenna 1mi paris brevissimae, pedunculo (articulis basalibus 4 composito) crasso, flagello vero valde attenuato.“ Der Unterschied in der Breite der vier ersten und vier letzten Segmente ist nicht so stark, wie Sars meint.

[3]) Poppe hat die Hinterantennen unberücksichtigt gelassen.

[4]) Poppe giebt nur drei Borsten an.

[5]) Sars: „Ramus interior pedum 1mi paris exteriore paullo brevior ut in paribus sequentibus duobus biarticulatus.“ Den Fall, dass am ersten Fusspaare der Innenast etwas kürzer ist als der äussere, habe ich ebenfalls beobachtet.

Das letzte Aussenastsegment des zweiten Fusspaares trägt beim Weibchen am Aussenrande zwei Dornen,[3] am Ende einen einseitig mit kurzen Fiedern besetzten langen Dorn und eine längere, zweireihig befiederte Borste und am Innenrande eine lange Borste mit der oben erwähnten Bewehrung. Der zweigliedrige Innenast (Taf. IV, Fig. 9) reicht bis zum Ende des zweiten Aussenastsegments. Sein erstes, sehr kurzes Glied ist ebenso wie das breite, zweite, mit je einer Innenrandborste bewehrt. Am distalen Ende des letzteren sind ein Dorn und zwei befiederte Borsten von sehr verschiedener Länge inseriert. Der Aussenrand trägt systematisch unwichtigen Dornenbesatz.[4]

Derselbe Fuss des Männchens (Taf. V, Fig. 8)[5] ist von sehr abweichender Bauart. Die Aussenastsegmente sind sehr kurz und breit; das zweite ist abgeschrägt und an seiner äusseren distalen Ecke ungemein stark hervorgezogen. Die Bewehrung ist zwar im Prinzip dieselbe wie beim Weibchen; die Dornen zeigen aber hier eine solche relative Grösse und Stärke, wie bei keiner anderen deutschen *Copepoden*-Art des Süsswassers an demselben Fusspaare weiter zu beobachten ist. Besonders gilt dies für den Enddorn des letzten Gliedes. Derselbe verdrängt fast die beiden benachbarten Borsten, welche relativ kurz geblieben, nach aussen gebogen sind und die Befiederung verloren haben. Auch die systematisch bedeutungslosen kleineren Dornen des Aussenrandes sind von auffallender Grösse.[6]

Der Innenast ist zweigliedrig und von fast gleicher Länge mit seinem Aussenaste. Das kurze, erste Segment trägt eine Innenrandborste. Das zweite Glied ist ausserordentlich langgestreckt und nach dem Ende zu stark verjüngt. In der Mitte des Innenrandes steht eine (gebogene?) befiederte Borste, und am Ende sind zwei[7] verschieden lange Borsten eingelenkt. Der Aussenrand, welcher in der distalen Partie höckerartig hervorspringt, trägt Dornenbesatz.

---

[1] Diese auffallende Erscheinung ist von Poppe unbeachtet gelassen.

[2] Poppes Beschreibung dieses Fusspaares deckt sich vollkommen mit der meinigen. Bemerken will ich nur, dass der von diesem Forscher erwähnte „zapfenartige Fortsatz" unterhalb des Aussenranddorns des zweiten Aussenastsegments auch an den anderen Fusspaaren auftritt, überhaupt an den Schwimmfüssen der *Harpacticiden* allgemein verbreitet ist. — Den Unterschied, dass beim Männchen „die lange Borste am Endgliede des Aussenastes gleichfalls nach aussen gekrümmt," beim Weibchen dagegen „gerade" sei, habe ich nicht konstatieren können. Ich fand diese Borste vielmehr bei beiden Geschlechtern, genau der Regel entsprechend, „gekniet."

[3] Der untere dieser beiden Dornen kann auch als endständig angesehen werden.

[4] Poppe giebt für das Ende des zweiten Segments nur eine (sehr lange) Borste an. Ob neben derselben noch eine kürzere vorhanden gewesen ist, kann ich natürlich nicht entscheiden, vermute es aber, da er für den Innenast des dritten (♀) Fusspaares eine solche angiebt.

[5] Von diesem interessanten Fusspaare konnte ich leider nur die beiden letzten Aussenastglieder zeichnen.

[6] Poppe beschreibt die eigentümlichen Verhältnisse dieses Aussenastes zwar nicht näher, wohl aber sind ihm die „stärker entwickelten" Dornen aufgefallen.

[7] Poppe giebt nur eine Borste an. Auch an dem ganz ähnlich gebauten entsprechenden Extremitätenpaare anderer

Der Aussenast des dritten Fusspaares ist in beiden Geschlechtern gleich gebaut. Seine Bewehrung ist dieselbe wie beim zweiten Paare; jedoch treten hier am Innenrande des letzten Segments zwei Borsten auf.

Beim Weibchen stimmt der Innenast (Taf. V, Fig. 10) mit dem des zweiten weiblichen Fusspaares überein; der Innenrand des Endgliedes aber trägt zwei eng bei einander stehende Borsten.

Beim Männchen besteht der Innenast (Taf. V, Fig. 11) aus zwei sehr kurzen und einem sehr langen, nach dem Ende sich verschmälernden Gliede. Das erste Glied ist mit einer Innenrandborste versehen. Das zweite Segment trägt jene für die *Canthocamptus*-Arten charakteristische starke Borste, welche die Spitze des Endgliedes weit überragt. Während bei den meisten Arten der Basalteil dieser Borste mit der Cuticula des Segments vollkommen verschmolzen ist, so dass sich dieselbe nur als ein dornartiger oder borstenförmiger Fortsatz des letzteren darstellt, ist hier ihre Selbständigkeit vollkommen erhalten geblieben. Sie ist unbefiedert. Am Ende des dritten Gliedes stehen zwei befiederte Borsten von sehr verschiedener Länge.[1]

Der Aussenast des vierten Fusspaares (Taf. V, Fig. 2) ist in derselben Weise bewehrt wie der des dritten; jedoch ist hier, aber nur im weiblichen Geschlechte, die lange Apikalborste des letzten Segments an der Spitze nach innen gebogen.

Der Innenast[2] reicht beim Weibchen kaum bis zur Mitte, beim Männchen nur bis zum Beginn des zweiten Aussenastgliedes. Sein erstes Segment ist bei beiden Geschlechtern ohne Bewehrung. Das Endglied trägt beim Weibchen am Innenrande eine[3] Borste, am Aussenrande einen grösseren Dorn und einige kleinere, systematisch unwichtige Dornen in schwankender Anzahl und am Ende eine grössere, innere und eine kleinere, äussere Fiederborste. Die konstante[4] Bewehrung des letzten Segments besteht beim Männchen (Taf. V, Fig. 13) nur aus zwei Endborsten.

Fünfter Fuss:[5] Die innere Partie des Basalsegments beim Weibchen (Taf. V, Fig. 14 und 14a)[6] ist weit nach unten verlängert und mit sechs befiederten Borsten bewehrt, welche, von innen nach aussen gezählt, hinsichtlich ihrer Länge folgende Ordnung einnehmen: 2, 1, 4, 3, 5, 6. Zwischen der dritten und vierten Borste kann noch (nach Poppe) ein kurzer Dorn auftreten; charakteristisch ist

---

Arten (*Canth. Zschokkei*, *minutus*, *rhäticus*, *cuspidatus* etc.) treten an dieser Stelle stets je zwei Borsten auf. (Bezügl. der beiden zuletzt genannten Spezies vergl. meine Abhandlung: Die *Copepoden* des Rhätikon-Gebirges Taf. II, Fig. 6 u. Taf. IV, Fig. 7.)

[1] Poppe giebt die apikale Hälfte der Borste des zweiten Segments als befiedert an und lässt am Ende des dritten Gliedes nur eine Fiederborste entspringen. — Ich habe die oben erwähnten Verhältnisse zu wiederholten Malen in voller Deutlichkeit beobachten können.

[2] Über den Irrtum Sars', dass der Innenast des vierten Fusspaars nur eingliedrig sei, siehe S. 61.

[3] Poppe hat am Innenrande zwei Borsten gefunden.

[4] Der von Poppe angegebene kurze Dorn in der Mitte des Aussenrandes kann nicht als charakteristisch gelten, da er ebenso oft fehlen wie vorhanden sein kann. So fand ich z. B. in einem Falle, dass er an einem Fusse vorhanden, an dem anderen Fusse desselben, (d. h. von ein und demselben Individuum herrührenden) Paares, dagegen nicht vorhanden war. Dieser Anhang gehört eben zu den systematisch unwichtigen Dornen des Aussenrandes.

[5] Sars: „Pedum 5^{ti} paris (♀) biarticulatorum articulus I^{mus} introrsum in processum foliiformem magnum et setiferum, articulum ultimum minimum et rotundatum longe superantem exit.“

[6] Ein wenig abweichend ist der fünfte Fuss der Exemplare gebaut, welche ich durch Herrn Dr. Mrázek aus böhmischen Gewässern erhielt. Deshalb gebe ich hier zwei Abbildungen, welche nach einem deutschen (Fig. 14), resp. nach einem böhmischen Tiere (Fig. 14a) entworfen sind.

derselbe nicht, denn bei allen von mir untersuchten Exemplaren fehlte er. Das Endglied variiert in seiner Form; es ist bald breiter (Fig. 14), bald mehr in die Länge gestreckt (Fig. 14a). Der Aussenrand desselben trägt zwei Fiederborsten von sehr verschiedener Länge, der Innenrand eine sehr kurze, befiederte Borste und das apikale Ende zwei Borsten, von welchen die innere befiedert und die längste des ganzen Gliedes, die äussere kürzere dagegen nackt und schräg nach aussen gerichtet ist.

Der innere Teil des Basalabschnittes des männlichen Fusses (Taf. V, Fig. 15) ist mit zwei starken, nur an den Spitzen befiederten Stacheln versehen. Die äussere derselben ist nur um weniges kürzer als der innere. Das zweite Segment ist sehr breit, fast kreisförmig und (wie bei *Canth. minutus*) stärker bewehrt als das homologe Glied beim Weibchen. Es tritt hier nämlich am oberen Teile des Innenrandes noch eine zweite und zwar sehr zarte und langbefiederte Borste auf.¹)

Die Eiballen habe ich stets klein gefunden; bei einem Weibchen bestand der Ballen nur aus drei, bei zwei anderen nur aus sieben resp. neun Eiern.

Die Spermatophore ist klein und flaschenförmig.

Die Färbung ist ein unansehnliches Grau.²)

Die Grösse scheint stark zu variieren. Poppe giebt für das Weibchen 0,64 mm und für das Männchen 0,544 mm an. Die von mir gemessenen, böhmischen Exemplare massen durchschnittlich: die Weibchen 0,46, die Männchen 0,4 mm.³) Ein Männchen mass ich, dessen Länge auffallenderweise die des grössten Weibchens übertraf: 0,512 mm. Dass das Exemplar aus Pössneck, das ich leider nicht messen konnte, bedeutend grösser war als die böhmischen Tiere, zeigt schon ein Vergleich der Zeichnungen des weiblichen fünften Fusses (Fig. 14 u. 14a), welche beide bei ein und derselben Vergrösserung entworfen wurden.

Besonders auffallende Erkennungsmerkmale giebt es nicht; am leichtesten ist noch die Bestimmung mit Hilfe der sehr kurzen Furka und der Füsse des fünften Paares. Beim Männchen können auch die ausserordentlich entwickelten Dornen am Aussenaste des zweiten Schwimmfusspaares als Erkennungsmerkmale gelten.

Vorkommen: *Canth. pygmaeus* ist bisher in Deutschland nur in einigen Wasserbecken des nordwestlichen Deutschlands (Glinstedter-, Spreckelser- und Huvenhoops-See) durch Poppe und in einem Gewässer bei Pössneck in Thüringen⁴) durch mich gefunden worden.

---

¹) Eine Bedornung der beiden Aussenrandborsten habe ich trotz sehr starker Vergrösserung ebenso wie Poppe nicht nachweisen können.

²) Sars: „Animal sat pellucidum colore plerumque albido interdum leviter rubicundo."

³) Sars giebt die Länge (♀) ebenfalls auf kaum 0,5 mm an.

⁴) Das Material verdanke ich Herrn Lehrer Kämmer in Halle.

8. Canthocamptus Zschokkei mihi.

(Taf. IV, Fig. 14—18. Taf. V, Fig. 16—20. Taf. VI, Fig. 17—22.)

1893. *Canthocamptus Zschokkei* Schmeil. *Copep.* des Rhätikon-Gebirges p. 31—36. Taf. III.

Vorbemerkung:

Diese Art ist in dem Verzeichnisse der *Copepoden* Deutschlands, wie solches Teil I, p. 10 gegeben ist, nicht mit aufgeführt, da sie erst in jüngster Zeit in dem uns hier interessierenden Faunengebiete von mir aufgefunden worden ist und zwar wie bereits p. 58 erwähnt, in demselben Gewässer, aus welchem *Canth. fontinalis* Rehberg bekannt geworden ist. Dass beide Arten nicht identifiziert werden können ist bereits daselbst bemerkt.

Hervorgehoben mag hier noch werden, dass die Tiere aus der Gartequelle mit denjenigen, welche einigen Gewässern des Rhätikon-Gebirges entstammten, bis auf die feinsten Details übereinstimmten. Herr Dr. Mrázek dagegen hat, wie er mir brieflich mitteilte, in Böhmen eine Form beobachtet, die von dem typischen *Canth. Zschokkei* in einigen Punkten abweicht. Um diesem Forscher nicht vorzugreifen, kann ich mich hier jedoch auf diese Differenzen nicht einlassen.

Charakteristik der Art.

Der Cephalothorax ist nur wenig breiter als das Abdomen. Das Rostrum ist kurz. Abgesehen von den feinen Sinneshärchen, welche bei der vorliegenden Art wie bei allen übrigen Süsswasser-*Harpacticiden* die Cuticularplatten des gesamten Körpers durchbrechen, ist der Vorderleib ohne besondere Ornamentik.

Abdomen (Taf. V. Fig. 16 u. 17): Die Hinterränder der Chitinplatten der Segmente, mit Ausnahme des ersten und letzten, sind fein ausgezackt, eine Erscheinung, welche nur bei schärfster Einstellung des Mikroskops wahrnehmbar ist. Etwas oberhalb der Mitte des ersten weiblichen Segments ist dorsal jederseits eine Reihe feinster Dornen sichtbar: die letzten Überbleibsel der Verschmelzung dieses Segments aus zwei selbständigen. Über dem Hinterrande dieses Segments ist in beiden Geschlechtern lateral je eine Reihe grosser Dornen zu beobachten. Beim Männchen greifen diese Reihen mit einigen Dornen auf die dorsale Seite über, beim Weibchen auch noch auf die ventrale. Während beim Weibchen die Bedornung des zweiten Segments die gleiche ist wie die des ersten — abgesehen natürlich von den erwähnten, mittelständigen Dornenreihen — ist im anderen Geschlechte auf der Bauchseite kein Zwischenraum zwischen den Enden der beiden Reihen vorhanden. Die Dornen ziehen sich hier also über die ganze ventrale Seite in ununterbrochener Reihe hinweg. Am dritten männlichen Hinterleibsringe sind die Verhältnisse die gleichen. Das vierte Segment beim Männchen ist ebenso wie das dritte beim Weibchen von einer dorsal und ventral ununterbrochenen Dornenreihe umspannt. Die ventralen Dornen, mit Ausnahme der mittelständigen beim Weibchen (Taf. V, Fig. 16), sind bedeutend kürzer wie die der Seiten- und Rückenpartie.

Am Hinterrande des letzten Segments sind lateral nur je 3—4 grosse Stacheln zu beobachten. Während sich beim Weibchen am ventralen Hinterrande dieses Segments keine Dornen finden, ist beim Männchen an letzterer Stelle ein Besatz sehr starker Dornen zur Ausbildung gelangt. Die Grösse dieser Dornen nimmt, wenn man den gebogenen Rand von aussen nach innen verfolgt, zuerst zu, dann aber wieder bedeutend ab.

Das Analoperkulum (Taf. V, Fig. 18 a u. b) trägt beim Weibchen 5—7 starke Zähne; beim Männchen habe ich deren 3—6 gezählt.

Die Furka des Weibchens (Taf. V, Fig. 16) übertrifft die des Männchens (Taf. V. Fig. 17) an Länge; bei ersterem hat sie, abgesehen von einer schwachen Biegung der beiden seitlichen Ränder, die Form eines Rechtecks, bei letzterem ist sie fast quadratisch. Der Aussenrand trägt bei beiden zwei lange, zarte Borsten und zwei kürzere Stacheln, von welchen der untere wieder den oberen an Länge und Stärke übertrifft. Auf der ventralen Fläche sind über der Einlenkungsstelle der Apikalborsten zwei Dornen zu beobachten, die beim Männchen viel stärker als beim Weibchen sind. Neben diesen Dornen, dem Innenrande genähert, finden sich beim Männchen noch zwei kurze und schwächere Dornen; beim Weibchen dagegen ist nahe dem Aussenrande noch ein kurzer Dorn eingelenkt. Die dorsale Fläche trägt nur die „geknöpfte Borste“. Die Apikalborsten sind neben einander eingelenkt; die beiden grössten Borsten sind stark, mit einigen Nebendörnchen besetzt und verhalten sich hinsichtlich ihrer Längen etwa wie 2 : 1.

Die ersten Antennen des Weibchens (Taf. V, Fig. 19) sind achtgliedrig. Der Sinneskolben des vierten Segments überragt oft noch das Endglied. Die Borsten sind als relativ kurz zu bezeichnen.

Der Nebenast der zweiten Antennen (Taf. IV, Fig. 16) ist zweigliedrig. Am Ende des ersten Segments befindet sich eine Borste und derselben gegenüber gewöhnlich ein winziger Dorn. Das zweite Glied trägt drei Borsten, welche ebenso wie die des ersten Segments mit Nebendörnchen ausgerüstet sind. Zwei dieser Borsten sind am apikalen Ende inseriert; die dritte ist etwa in der Mitte eingelenkt.

Die Mundwerkzeuge zeigen den Bau, wie er für das Genus *Canthocamptus* charakteristisch ist. Der Mandibularpalpus (Taf. V. Fig. 20) ist zweigliedrig.

Schwimmfüsse (Taf. VI, Fig. 17—22): Während die Aussenäste sämtlicher Paare dreigliedig sind, bestehen die Innenäste, mit Ausnahme des dritten Paares beim Männchen, nur aus je zwei Gliedern.

Der Innenast des ersten Paares (Taf. VI, Fig. 17) übertrifft seinen Aussenast kaum an Länge. Das erste Segment desselben trägt am Innenrande eine, das zweite, ungefähr ebenso lange, dagegen zwei Borsten; das letztere ist an der Spitze mit einer hakenförmig gebogenen und einer geraden Borste bewehrt.

Jedes Glied des Aussenastes trägt nach aussen einen kräftigen Dorn; am Ende des letzten Segments ist neben zwei grossen Hakenborsten noch ein (kürzerer) Dorn eingelenkt. Am Innenrande ist nur das mittlere Glied bewehrt. Die hier befindliche, lange Borste ist bis auf einige nach aussen gerichtete, kurze Fiederdornen unmittelbar unter der Ursprungsstelle nackt. Diese Erscheinung findet sich ebenfalls an den entsprechenden Borsten der folgenden Schwimmfusspaare und tritt mit einer Konstanz auf, dass sie trotz ihrer scheinbaren Nebensächlichkeit volle Beachtung verdient. Die Aussenränder beider Äste tragen Dornenbesatz.

Der Innenast des zweiten Fusspaares (Taf. VI. Fig. 18) überragt das zweite Segment des Aussenastes ein wenig. Das erste Segment desselben wird wie bei den folgenden Paaren (mit Ausnahme des Innenastes des dritten Paares beim Männchen) von dem zweiten bedeutend an Länge übertroffen. Beim Weibchen trägt das erste Segment nach innen zwei sich kreuzende Borsten, das zweite an derselben Seite ebenfalls zwei, an dem apikalen Ende ausser zwei Fiederborsten einen kurzen Dorn und am Aussenrande einige kurze Dörnchen. Beim Männchen (Taf. VI, Fig. 19) sind die Verhältnisse etwas abweichend. Es findet sich hier am Innenrande des ersten Segments nur eine Borste; am zweiten Gliede trifft man je zwei Borsten am apikalen Ende und dem inneren Rande; der Aussenrand zeigt eine deutliche Einkerbung.

Das dritte Glied des Aussenastes, dessen beide erste Segmente genau in derselben Weise bewehrt sind wie die entsprechenden des ersten Paares, ist sehr langgestreckt. Der Aussenrand desselben trägt in beiden Geschlechtern zwei kräftige Dornen, das Ende einen Dorn und zwei Borsten und der Innenrand eine Borste. Die charakteristische Befiederung aller dieser Borsten, welche auch an den folgenden Schwimmfusspaaren wiederkehrt, zeigen die Figuren.

Während der Aussenast des dritten Fusspaares dieselben Verhältnisse wie der des vierten zeigt, weist der Innenast beim Weibchen genau die des zweiten (weiblichen) auf (s. das.). Der Innenast dieses Fusspaares vom Männchen (Taf. VI. Fig. 20) ist, wie dies bei den *Canthocamptus*-Arten Regel ist, dreigliedrig. Das kurze erste Segment trägt nach innen eine kurze Borste; das zweite Glied ist an derselben Seite in einen langen, gebogenen Fortsatz ausgezogen; das dritte Segment verengt sich nach dem freien Ende bedeutend und trägt daselbst eine längere, unbefiederte und eine kürzere, befiederte Borste.

Der Innenast des vierten Fusses ist in beiden Geschlechtern bedeutend kürzer als in den beiden voraufgehenden Paaren; er reicht mit seiner Spitze nur etwa bis zur Mitte des zweiten Aussenastgliedes. Die Bewehrung beim Weibchen (Taf. VI. Fig. 21) ist im Prinzip dieselbe wie am zweiten und dritten (♀) Paare; die Abweichungen ergeben sich aus der Zeichnung. Beim Männchen (Taf. VI, Fig. 22) fehlt die Borste des ersten und eine der beiden Borsten des Innenrandes des zweiten Gliedes.

Das letzte Glied des Aussenastes zeigt eine reichere Bewehrung als das entsprechende des zweiten Paares; es tritt hier nämlich am Innenrande nicht weit von der apikalen Spitze noch eine zweite, lange Borste auf.

Das fünfte Fusspaar: Beim Weibchen (Taf. IV, Fig. 18) ist die innere Partie des Basalsegments weit nach unten verlängert und mit sechs Fiederborsten von verschiedener Länge bewehrt. Die beiden äusseren Borsten bleiben sehr kurz; die folgende übertrifft die drei inneren, fast gleichlangen bedeutend. Über der Einlenkungsstelle des zweiten Gliedes finden sich zwei oder drei kurze Zähnchen.

Das letzte, ovale Glied trägt fünf gleichfalls sehr verschieden lange Borsten; zwei gehören dem Aussenrande an, zwei der Spitze und eine dem Innenrande. Die letztere ist die kürzeste von allen; von den beiden äusseren übertrifft die untere die obere an Länge, um wieder von der zweiten Apikalborste weit überragt zu werden. Die kürzere Apikalborste ist stets schräg nach aussen gerichtet und ebenso wie die benachbarte, lange Borste im Gegensatz zu den drei befiederten übrigen Borsten nackt. Über der oberen Aussenborste steht meist noch ein kurzer Dorn.

Das Basalsegment desselben Fusses beim Männchen (Taf. IV, Fig. 17) trägt am Unterrande seiner inneren Partie zwei Dornen, einen kürzeren, äusseren und einen längeren, inneren. An der äusseren Partie dieses Segments finden sich wie beim Weibchen zwei oder drei Dörnchen.

Das zweite Glied ist mit fünf Anhängen bewehrt; der Innenrand und das apikale Ende tragen je zwei und der Aussenrand einen derselben. Die beiden Borsten des Innenrandes sind von ungefähr gleicher Länge; die obere ist sehr zart (und wohl ohne Befiederung). Die innere Apikalborste ist die grösste; die äussere scheint ebenfalls unbefiedert zu sein. Oberhalb der Borste des Aussenrandes befindet sich in der Regel noch ein kleiner Dorn.

Die Spermatophore (Taf. IV, Fig. 15) ist klein und flaschenförmig.

Grösse: ♀ 0,6 mm. ♂ ca. 0,45 mm.

Leichte Erkennungsmerkmale: Form der Furka und Bau der Füsse des fünften Fusspaares.

Vorkommen: Der einzige bis jetzt bekannte Fundort von *Canth. Zschokkei* in Deutschland ist die Quelle der Garte im Dorfe Weissenborn bei Göttingen.[1])

9. Canthocamptus bidens n. sp.

(Taf. V, Fig. 21—24 und Taf. VII, Fig. 17—21).

Vorbemerkung:

Eine kurze Beschreibung des Weibchens habe ich bereits früher[2]) veröffentlicht. Das Männchen aufzufinden, ist mir bisher nicht geglückt. Die nachfolgende, ausführliche Beschreibung kann sich also ebenfalls nur auf das Weibchen beschränken, das mir allerdings auch nur in zwei Exemplaren vorgelegen hat.

---

[1]) Das Material verdanke ich den liebenswürdigen Bemühungen des Herrn Dr. v. Linstow in Göttingen.

[2]) Korrespondenzbl. des naturw. Ver. f. Sachsen u. Thüringen. Sitzung am 20. April 1893.

Wenn die

Charakteristik des Weibchens

auch nicht auf Vollständigkeit Anspruch erheben kann, so dürfte sie doch zur Sicherstellung der Art als vollkommen ausreichend gelten.

Körperform: Der Vorderleib übertrifft den Hinterleib nur wenig an Breite.

Cephalothorax: Die Seitenkanten der dorsalen Chitinplatten (Taf. V, Fig. 21) des zweiten bis vierten Segments sind ausgeschweift. Die einzelnen Platten verbreitern sich stark nach den Hinterrändern zu. Die Oberseiten aller Platten sind mit zahlreichen Reihen feinster Spitzen bedeckt. Die Hinterränder sind in einem Masse ausgezackt, wie bei keiner weiteren *Canthocamptus*-Art. Die einzelnen Ausschnitte sind unregelmässig, also nicht von gleicher Form und Grösse.

Abdomen: Alle Segmente sind genau wie die des Cephalothorax mit vielen Reihen feinster Dornen geschmückt. Auf der Ventralseite des vorletzten Ringes, etwas näher dem Vorder- als dem Hinterrande, treten einige mittelständige Dornen von besonderer Grösse auf. Die Hinterränder des ersten bis dritten Segments sind ebenfalls tief ausgezackt. Unmittelbar über denselben machen sich Reihen von Dornen bemerklich, die relativ ungefähr ebenso lang sind wie diejenigen, welche dem Abdomen von *Canth. crassus* (cf. Taf. IV, Fig. 2) das charakteristische Aussehen geben. Am ersten Segmente treten jederseits nur einige Dornen auf; an den beiden folgenden Ringen aber zieht sich je eine ununterbrochene Reihe über die ventrale Seite und reicht mit einigen Dornen noch auf die Rückenseite hinauf. Der Hinterrand des letzten Segments ist bis auf jederseits zwei, an den Ecken der sehr geringen, ventralen Einkerbung stehende, kurze Dornen unbewehrt.

Eine rings um das erste Segment sich ziehende Chitinspange deutet die Entstehung desselben durch Verschmelzung zweier Abschnitte an. Neben den weiblichen Genitalöffnungen sind je zwei Borsten inseriert, welche dasselbe relative Längenverhältnis zeigen, wie dies für *Canth. crassus* (Taf. IV, Fig. 2) dargestellt ist; die inneren Borsten zeichnen sich also durch besondere Länge aus.

Der freie Rand der Analklappe ist mit einer grossen Zahl kleiner Dornen besetzt.

Die Furka hat, von oben und unten betrachtet, fast quadratische Form. Von der Seite gesehen (Taf. VII, Fig. 21), macht sich ungefähr in der Mitte der Dorsalfläche ein höchst charakteristischer, mit einer scharfen Spitze nach unten (hinten) gerichteter Höcker bemerklich, neben welchem die „geknöpfte Borste" eingelenkt ist. Die untere distale Partie der Cuticula ist noch zu einem zweiten Höcker verlängert.[1] Die Grösse desselben steht der des ersteren bedeutend nach und ist — soviel liess sich schon an den beiden von mir untersuchten Individuen feststellen — nicht konstant. Von dem oberen Höcker zieht sich eine Reihe feiner Haare schräg nach der inneren, apikalen Ecke. Der Aussenrand trägt ungefähr am Ende des ersten Drittels seiner Länge eine lange Borste und an der distalen Ecke eine etwa ebenso lange Borste und einen kurzen Dorn. Die drei Apikalborsten sind nebeneinander eingelenkt. Die Fiederdornen der beiden grossen Borsten stehen auffallend eng. Die äussere dieser Borsten ist als relativ lang zu bezeichnen.[1])

---

[1] Von dem Vorhandensein dieser beiden Höcker ist die Speziesbezeichnung entlehnt.

Die Vorderantennen (Taf. VII, Fig. 17) sind achtgliedrig und kurz. Der Sinneskolben des vierten Segments reicht bis zur Spitze des letzten Gliedes.

Hinterantennen: Der Nebenast (Taf. VII, Fig. 18) hat eine Form, wie solche im ganzen Genus *Canthocamptus* nicht weiter zu beobachten ist. Er bildet eine nach dem Ende zu sich verbreiternde, eingliedrige Platte und trägt vier mit kurzen Nebendornen besetzte, kräftige Borsten, deren Anordnung am besten aus der Zeichnung zu erkennen ist.

Die Mundwerkzeuge sind genau wie die der übrigen Arten gebaut. Zu erwähnen ist nur, dass der Mandibularpalpus (Taf. VII, Fig. 19) aus zwei Segmenten besteht, von welchen das erste eine, das zweite vier Borsten trägt.

Schwimmfüsse: Die Aussenäste aller Paare sind drei-, die Innenäste zweigliedrig.

Beim ersten Paare (Taf. V, Fig. 22) überragt der Innenast weit den Aussenast, der die gleiche Bewehrung wie bei anderen Arten zeigt. Beide Innenastglieder sind etwa von gleicher Länge. Das erste trägt eine, das zweite zwei Innenrandborsten, das letztere ausserdem noch am Ende einen Dorn und eine gekniete Borste.

Beim zweiten Fusspaare (Taf. V, Fig. 23) ist der Innenast nur etwa so lang als die beiden ersten Aussenastsegmente. Sein erstes Glied ist sehr kurz und mit einer Innenrandborste versehen. Das zweite sehr gestreckte Glied trägt zwei Innenrandborsten und am Ende einen kurzen Dorn und zwei Borsten, deren Längen geradezu als auffallend bezeichnet werden müssen; denn sie überragen noch weit die Anhänge des letzten Aussenastgliedes. Letzteres selbst trägt eine Innenrandborste, einen Aussenranddorn und am Ende einen kürzeren[2]) und einen längeren Dorn und eine Borste.

Das dritte Fusspaar stimmt mit dem zweiten vollkommen überein, am letzten Aussenastgliede tritt aber — wie dies bei den *Canthocamptus*-Arten Regel ist — eine Innenrandborste mehr auf.

Der Aussenast des vierten Fusspaares (Taf. V, Fig. 24) ist genau so bewehrt wie der des vorhergehenden. Die untere Innenrandborste des letzten Segments ist aber stärker und gebogen. Der Innenast erreicht nur die Länge des ersten Aussenastgliedes. Seinem ersten, sehr kurzen Gliede fehlt die Borste am Innenrande. Das zweite Segment trägt an dieser Seite zwei Borsten und am Ende nur eine (lange) Borste und einen Dorn.

Fünftes Fusspaar (Taf. VII, Fig. 20): Der innere Abschnitt des Basalsegments ist nur sehr wenig nach unten verlängert. Während die Bewehrung dieses Abschnittes bei allen Arten ausserordentlich konstant ist, war bei den beiden von mir untersuchten Individuen der vorliegenden Spezies in diesem Punkte eine Differenz zu beobachten. Bei dem einen Exemplare waren hier vier, bei dem anderen nur drei Borsten vorhanden. Die zweite Borste, von aussen nach innen gezählt, war in beiden Fällen die längste, dann folgte die dritte und vierte, welch letztere dem zweiten Individuum fehlte; die erste Borste war die kürzeste. Der Unterrand des Abschnittes war zwischen der zweiten und dritten, resp. noch zwischen der dritten und vierten Borste zu je einem kurzen Zahne ausgezogen.

---

[1]) Genaue Messungen konnte ich nicht anstellen.

[2]) Der kürzere Dorn kann natürlich auch als dem Aussenrande angehörig bezeichnet werden.

Das zweite Segment ist sehr langgestreckt, an der Basis und dem Ende am schmalsten. Der Aussenrand trägt zwei kurze, das Ende zwei lange Borsten und der Innenrand eine mittellange Borste. Sämtliche Borsten sind ebenso wie die des inneren Abschnittes des Basalsegments mit feinen Nebendornen versehen. Einige systematisch unwichtige, kleine Dornen treten noch am äusseren und inneren Rande des Endgliedes auf.

Eiballen waren nicht vorhanden.

Grösse: ca. 0,5 mm.

Beide Exemplare waren vollkommen farblos.

Leicht erkennbar ist die Art an den Furkalabschnitten, dem ausserordentlich charakteristisch gebildeten Nebenast der Hinterantennen und dem fünften Fusspaare.

Vorkommen: Das Gewässer, in dem *Canth. bidens* lebt, kann ich leider mit Bestimmtheit nicht angeben. Ich fand die beiden Exemplare unter Präparaten wie *Nitocra hibernica*, die dem grossen Plöner- und dem Dobersdorfer See bei Kiel entstammten. Aus verschiedenen Umständen muss ich annehmen, dass sie aus dem erstgenannten Gewässer herrührten.

II. Gen. Nitocra Boek.[1]

Körper nicht „wurmförmig“.[2] Rostrum kurz, nicht plattenförmig.[2] Furka kurz, bei Männchen und Weibchen von gleicher Form und Bewehrung. Vorderantennen des Weibchens achtgliedrig: der zweigliedrige Basalteil bildet mit dem sechsgliedrigen Endstücke fast einen rechten Winkel.[3] Vorderantennen des Männchens im mittleren Abschnitte kaum aufgeschwollen.[3] Nebenast der Hinterantennen klein, stets eingliedrig. Mandibularpalpus ein- oder zweiästig[4] (zweigliedrig). Die Innenäste aller Schwimmfusspaare dreigliedrig; in beiden Geschlechtern bis auf den abweichenden Bau des Innendorns am zweiten Basalgliede des ersten Fusspaares nicht verschieden. Der Innenast des ersten Fusspaares sehr stark zum Greiforgan umgebildet. Die beiden letzten Aussenastglieder des zweiten bis vierten Fusspaars meist[5] mit Innenrandborsten[6].

---

[1] Die von Boek aufgestellte Diagnose des *Gen. Nitocra* (Overs. ov. de ved Norges Kyster iagttagne *Copepoder* p. 50) ist bereits von Giesbrecht (freil. *Copep.* der Kieler Fohrde p. 115) revidiert und in einigen Punkten abgeandert worden. Durch obige Diagnose habe ich mich im wesentlichen an Giesbrecht angelehnt. Die Aufnahme einiger neuer Momente schien mir aber geboten.

[2] Im Gegensatz zum Gen. *Ophiocamptus*.

[3] Im Gegensatz zum Gen. *Canthocamptus*.

[4] Giesbrecht bezeichnet in seiner Gattungsdiagnose den Mandibularpalpus als „einastig“; in seiner Beschreibung von *Nitocra oligochaeta* redet er dagegen von einem Haupt- und einem Nebenaste, stellt dies auch Taf. VIII, Fig. 3 so dar. Auch für *Nitocra tau* zeichnet er Taf. VIII, Fig. 4 einen zweiästigen Mandibularpalpus. — Aus diesem Grunde habe ich in obiger Genusdiagnose angegeben, dass dieses Organ ein- oder zweiästig sei.

[5] Diese Beschränkung ist notig, da bei *Nitocra hibernica* am letzten Aussenastgliede des zweiten und dritten Fusspaares solche Borsten nicht auftreten, wohl aber bei den beiden Giesbrechtschen Arten (l. c.).

[6] Betreffs der Cuticularbildungen auf der ventralen Seite des weiblichen Genitalsegments cf. p. 9, Anm. 1.

10. Nitocra hibernica Brady.

(Taf. VII, Fig. 1—16.)

1880. *Canthocamptus hibernicus* Brady, A monogr. Bd. II, p. 52—53, Taf. XLVI, Fig. 1—12.
1891. „ *hibernicus* Richard, Recherch. sur les *Copep.* p. 246.

Bemerkungen zu den Synonyma.

Brady hat diese Form ebenso wie Imhof,¹) Richard und früher²) auch ich für eine *Canthocamptus*-Art gehalten. Eingehendes Studium hat mir aber gezeigt, dass eine Abgrenzung derselben vom Genus *Canthocamptus* und eine Einreihung in das Genus *Nitocra* notwendig ist. Giesbrecht, der diese Form allein nach der keineswegs ausreichenden Diagnose Bradys kannte, hat dasselbe bereits vor ca. einem Jahrzehnt ausgesprochen. In seiner durchaus gediegenen Arbeit über die *Copepoden*-Fauna der Kieler Föhrde³) sagt er: „Bradys *Canth. hibernicus* zeigt zum Genus *Nitocra* eine so grosse Verwandtschaft in der Bildung des ersten Fusses, der männlichen Antennen, der Maxillarfüsse, der Körperform etc., dass er ohne Zweifel unter dasselbe zu rechnen ist, obwohl Brady den einästigen Mandibularpalpus eingliedrig⁴) zeichnet.“

Mit einer der von Giesbrecht beschriebenen Arten aus Kiel (*Nitocra oligochaeta* und *tau*) ist die vorliegende Spezies nicht identisch, ob mit einer der beiden von Boek aufgestellten Arten⁵) (*Nitocra spinipes* und *typica*), kann ich wegen Unkenntnis der norwegischen Sprache, in welcher die Boekschen Diagnosen abgefasst sind, ebensowenig wie Giesbrecht entscheiden. Eine Identität scheint mir schon aus dem Grunde unwahrscheinlich, weil die Boekschen Arten marine Tiere sind, die vorliegende Form aber in vollkommen süssen Gewässern lebt.

Richard berücksichtigt in seiner Diagnose, die zur sicheren Bestimmung der Art nicht ausreicht, nur diejenigen wenigen Merkmale, bei welchen ich in nachfolgender Charakteristik eine entsprechende Bemerkung gemacht habe.

Herrick⁶) hat die Art in Nordamerika nicht gefunden. Er wiederholt nur die Bradysche Diagnose. Seine beiden Zeichnungen der weiblichen Vorderantennen und des fünften weiblichen Fusses scheinen daher nur Kopien Bradyscher Figuren zu sein.

---

¹) Imhof, D. Arten u. d. Verbreit. d. Gen. *Canthocamptus.*
²) Teil 1, p. 10.
³) Giesbrecht, D. freil. *Copep.* der Kieler Föhrde p. 115.
⁴) Diese Angabe Bradys beruht auf einem Irrtume. cf. p. 81.
⁵) Boek, Oversigt over de ved Norg. Kyst. iagtt. *Copepoder.* p. 50.
⁶) Herrick, Final report p. 172 u. 173. Taf. K, Fig. 3 u. 4.

Charakteristik der Art.

Leibesform: (Taf. VII, Fig. 1). Der Cephalothorax ist nur wenig breiter als das Abdomen, so dass das ganze Tier ein schlankes Aussehen erhält.[1] Ich fand ebensoviel Exemplare, bei welchen das Abdomen im Tode gegen den Cephalothorax zurückgebogen, als solche, bei welchen dies nicht der Fall war. Bei letzteren waren die einzelnen Segmente, soweit wie die Verbindungsmembranen es zuliessen, in einander gezogen, bei ersteren aber auseinander gestreckt, ein Umstand, welcher das Zurückbeugen des Hinterleibes verhindert, ev. erlaubt. Meiner Meinung nach hängt dieses verschiedene Verhalten wieder von dem Grade der Maceration ab, in welchem sich die Individuen befinden.

Cephalothorax: Die relativen Längenverhältnisse der einzelnen Segmente sind dieselben wie bei *Canthocamptus*. Die dorsale Cuticula der einzelnen Ringe ist unmittelbar über dem Vorder- und dem nicht ausgezackten Hinterrande etwas verdickt und stark dunkelbraun gefärbt, so dass sich die Grenzen derselben sehr deutlich zu erkennen geben. Die hinteren Ecken der einzelnen Segmente sind nur wenig verlängert und abgerundet. Das erste Segment läuft in ein (für Süsswasser-*Copepoden* immerhin grosses) gerades und an der Spitze scharf abgeschnittenes Rostrum aus, das zwei kleine Sinneshärchen trägt.

In der Nähe der Mittellinie sind auf den drei folgenden Segmenten je einige kurze Querreihen feinster Stacheln zu beobachten, welche bei der dunklen Färbung des Tieres meist nur in der Seitenlage desselben zu erkennen sind. Das fünfte Segment, das sich durch seine Ornamentik dem Abdomen anschliesst, ist besonders in seinen seitlichen Partien (Taf. VII, Fig. 14) bedeutend stärker mit Reihen kleiner Dornen besetzt. Sein dorsaler Hinterrand ist mit je einer Reihe grösserer, seitlicher und einer Reihe kleinerer, mittlerer Dornen geziert.

Abdomen: Beim Männchen (Taf. VII, Fig. 2) sind die Hinterränder aller Segmente mit Ausnahme der Ventralseite des ersten mit je einer Reihe grösserer Dornen versehen. Am ventralen Rande des letzten Ringes sind die mittleren Dornen sehr fein, während sich die inneren durch besondere Grösse auszeichnen; der eingebuchtete Randteil ist unbewehrt. Wie am fünften Cephalothoraxsegmente, so machen sich auch hier auf der dorsalen Seite eine grössere Anzahl Reihen feinerer und grösserer Dornen bemerklich (Taf. VII, Fig. 14). Der Ventralseite fehlen diese Reihen; nur am letzten Segmente lassen sich meist noch über einer gebogenen Chitinverdickung einige solcher Dörnchen konstatieren.

Beim Weibchen ist die Ornamentik dieselbe. Die mittleren Dornen des dorsalen Hinterrandes am ersten Segmente dagegen sind hier stets, die des zweiten oft kleiner als die seitlichen. Am ersten Segmente erstreckt sich ferner der Dornenbesatz nicht über die ganze ventrale Seite (Taf. VII, Fig. 3). Ein weiterer Unterschied wird durch die Verschmelzung des ersten Segments (Taf. VII, Fig. 3) aus zwei ehemals selbständigen Abschnitten bedingt. Diese Verschmelzung wird noch angedeutet durch einen Absatz der äusseren Ränder, durch eine dorsal sehr deutliche, in der Mitte der ventralen Seite aber mehr oder weniger verschwindende, dunkelbraun gefärbte Chitinfalte und durch eine Reihe feiner Dornen, welche sich über dem dorsalen Teile dieser Falte befindet.[1])

---

[1] Bradys Habituszeichnung, ein Männchen in der Seitenlage darstellend, ist gut.

Das Analoperkulum ist bei beiden Geschlechtern am freien Rande mit einigen, relativ weit von einander entfernten Dornen besetzt, welche beim Weibchen in grösserer Zahl auftreten als beim Männchen.[2])

Die weiblichen Geschlechtsöffnungen (Taf. VII, Fig. 3) befinden sich sehr nahe am Vorderrande des ersten Segments.[3]) Neben denselben ist je eine kurze, befiederte Borste inseriert. Auch der Porus rückt nur wenig vom Vorderrande ab. Die Genitalklappen des Männchens (Taf. VII, Fig. 14) sind mit je drei Borsten besetzt, von welchen die mittlere die längste ist.

Die Furka (Taf. VIII, Fig. 1 u. 2), bei beiden Geschlechtern gleich in Form und Bewehrung, ist etwas länger als breit. Der optische Längsdurchschnitt bildet ein Rechteck. Die dorsale Furkalfläche trägt nur die geknöpfte Borste. Die Bewehrung des Aussenrandes ist auf die untere Ecke beschränkt und besteht ausser mehreren Dornen aus zwei Borsten, von welchen die untere die innerste Apikalborste noch an Länge übertrifft. Die untere Partie des Innenrandes trägt ebenfalls eine grössere Anzahl von Dornen. Die beiden grossen Apikalborsten verhalten sich hinsichtlich ihrer Längen etwa wie 1 : 2[4]) und sind in ihren mittleren Abschnitten, woselbst eine mehr oder weniger deutliche Querringelung auftritt, mit feinen Nebendornen besetzt. An der grösseren dieser beiden Borsten ist am Innenrande nicht weit von der Insertionsstelle eine kleine, fast bei allen Individuen wiederkehrende Unebenheit zu beobachten. Auch noch eine zweite, etwas weiter von der Ursprungsstelle entfernte Unebenheit habe ich in vielen Fällen konstatieren können.[5])

Die Vorderantennen des Weibchens (Taf. VII, Fig. 4) sind achtgliedrig und etwa so lang als der erste Cephalothoraxabschnitt. Das relative Längenverhältnis der einzelnen Segmente ist genau dasselbe wie bei den *Canthocamptus*-Arten. Die normale Haltung der Antennen dagegen ist hier eine andere. Die beiden ersten (stärksten) Segmente verlaufen etwa in der Richtung der Körperachse, die sechs anderen aber sind zu jenen in einem Winkel gebogen, der einem rechten meist sehr nahe, oft sogar gleich kommt. Die Anzahl der Borsten, welche sich durch besondere Länge und Zartheit auszeichnen, ist fast dieselbe wie bei *Canthocamptus*. Der Sinneskolben des vierten Segments überragt noch die Spitze der Antenne. Dem Endgliede fehlt ein kürzerer Sinneskolben gleichfalls nicht. Das erste Segment trägt eine befiederte Borste und einen Halbkreis kleiner Dornen.

Die Vorderantennen des Männchens (Taf. VII, Fig. 5) bestehen gleichfalls aus acht Segmenten. Die den mittleren Abschnitt bildenden Glieder sind (ähnlich wie bei *Canth. staphylinus*) nur wenig aufgeschwollen. Von den Anhängen sind besonders drei befiederte, kurze Borsten am Innenrande dieses Abschnittes und der ausserordentlich entwickelte Sinneskolben des vierten Segments zu beachten. Bei konservierten Tieren erscheint der Endabschnitt auffallend hyalin, der andere Teil dagegen dunkler. Diese Erscheinung wird wahrscheinlich durch Zurücktreten eines Teiles des Inhalts des oberen Abschnittes in den unteren bedingt. An der Grenze beider Abschnitte tritt oft noch eine Knickung auf. Die übrigen Anhänge sind wie beim Weibchen durchweg lang und zart.[1])

---

[1]) Die Ornamentik vom Cephalothorax sowohl als vom Abdomen hat Brady unbeachtet gelassen. Nur für den ventralen Hinterrand des letzten Abdominalsegments (Fig. 12) giebt er eine Reihe gleichgrosser (?) Dornen an.

[2]) Richard bemerkt, dass die Dornen nicht wie *Canth. minutus* zweispitzig seien.

[3]) Das Nähere hierüber s. p. 9, Anm. 1.

[4]) Dasselbe Längenverhältnis geben Brady und Richard an.

[5]) Bradys Zeichnung (Fig. 12) eines Furkalzweiges lässt die meisten der erwähnten charakteristischen Verhältnisse nicht erkennen.

Die Hinterantennen (Taf. VII, Fig. 7) bestehen aus je drei Segmenten, deren Bedornungsverhältnisse im Prinzip dieselben sind wie beim Genus *Canthocamptus*. Der Nebenast aber, welcher am zweiten Segment entspringt, ist sehr charakteristisch. Er bildet eine sich verbreiternde, eingliedrige Platte, welche am Ende mit drei kurzen Borsten besetzt ist.[2])

Die Mundwerkzeuge sind genau wie bei *Canthocamptus* gebaut. Der Mandibularpalpus ist nur einästig, zweigliedrig und am Ende mit vier Borsten bewehrt.[3]) (Taf. VII, Fig. 6.)

Die einzelnen Schwimmfusspaare, deren Äste aus je drei Segmenten bestehen, sind bei beiden Geschlechtern bis auf die verschiedene Form des Dornes an der unteren inneren Ecke des zweiten Basalsegments vom ersten Paare vollkommen übereinstimmend gebaut. Beim Weibchen hat dieser Anhang die gewöhnliche Form eines Dornes (Taf. VII, Fig. 8), beim Männchen dagegen ist er höchst eigentümlich modifiziert. (Taf. VII, Fig. 9.) Nur in günstiger Lage ist seine Form deutlich zu erkennen. Der obere Abschnitt desselben ist gespalten; der stärkere dieser beiden Teile ist an seinem Ende kolbenförmig angeschwollen; der dünnere ist stark gebogen und mit jenem zu einer Art Schlinge verschmolzen, deren Stiel der untere, stabförmige Abschnitt bildet. Welche Bedeutung dieses eigentümliche Gebilde hat, ist mir unbekannt geblieben. Aus der schlingenartigen Form des oberen Abschnittes dürfte man vielleicht schliessen, dass er zum Festhalten eines Dornes, der wahrscheinlich während des Kopulationsaktes durch seine Öffnung gesteckt wird, Verwendung findet.[4])

Der Innenast des ersten Fusspaares (Taf. VII, Fig. 8) ist zu einem vollendeten Greiforgane umgebildet. Das erste Segment übertrifft die beiden anderen zusammen weit an Länge und Breite. Am unteren Teile seines Innenrandes ist eine Borste eingelenkt. Die beiden anderen Segmente sind schräg abgeschnitten und durch je ein Gelenk, welches eine starke Biegung nach aussen ermöglicht, mit dem vorhergehenden Gliede verbunden. Am Aussenrande tragen diese Segmente sehr feinen Dornenbesatz und am Innenrande je eine befiederte Borste. Das dritte Glied ist ausserdem noch an seinem Ende mit einer geknieten Borste und einem klauenförmigen Dorne bewehrt. Der Aussenast hat nur die Länge des ersten Innenastgliedes. Das erste und zweite Segment trägt je eine, das dritte zwei Aussenranddornen. Am Ende ist das letztere mit einem Dorne und zwei geknieten

---

[1]) Bradys Zeichnungen der Vorderantennen sind im allgemeinen gut. Die Sinneskolben der letzten Segmente (♀ und ♂) und die drei charakteristischen Dornen der männlichen Antenne hat er übersehen.

Richard giebt nur die Gliederzahl und die relative Länge („a peu près la longeur du premier segment du corps“) der Antennen an.

[2]) Von Brady richtig gezeichnet. — Richard giebt nur die Eingliedrigkeit des Nebenastes an.

[3]) Brady stellt den Mandibularpalpus irrtümlicherweise eingliedrig dar.

[4]) Brady und Richard haben die eigentümliche Form dieses Dornes nicht beobachtet. — Giesbrecht dagegen (freil. *Cop.* der Kieler Föhrde p. 116 u. p. 118) giebt diese Umbildung auch bei seinen beiden *Nitocra*-Arten an; ich zögere deshalb nicht, dieses Verhältnis als ein Genus-Merkmal anzugeben. — Bei den Giesbrechtschen Arten sind aber die Umbildungen anderer Art: bei *Nitocra oligochaeta* (Taf. XI, Fig. 21) ist der Dorn in einen zangenartigen Anhang umgewandelt; bei *Nitocra tau* behält er die ursprüngliche Form bei, hat aber in seiner unteren Partie einen einseitigen Ausschnitt (Taf. XI, Fig. 15 b.).

Borsten bewehrt. Eine Innenrandborste kommt nur dem zweiten Gliede zu: die Aussenränder tragen noch Reihen kurzer Dornen.[1])

Der Aussenast des zweiten Fusspaares (Taf. VII, Fig. 10) ist bei weitem gestreckter als der des ersten. Die beiden ersten Glieder tragen je einen Aussenranddorn, das zweite ausserdem noch eine Innenrandborste. Das dritte Segment ist aussen mit zwei Dornen, am Ende mit einem Dorne und zwei Borsten von der in der Zeichnung angegebenen Befiederung ausgerüstet. Hervorzuheben ist, dass an diesem Gliede Innenrandborsten nicht vorhanden sind. Am Aussenrande treten Reihen kurzer Dornen auf, am Innenrande der beiden ersten Segmente einige feine Haare. Der Innenast reicht fast bis zur Mitte des dritten Aussenastsegments. Sein erstes Glied ist sehr kurz und ebenso wie bei den beiden folgenden Gliedern am Aussenrande mit einigen kurzen Dornen versehen. Das zweite, sehr gestreckte Segment trägt eine befiederte Innenrandborste. Das dritte, etwa ebenso lange Glied ist nur am Ende mit einem Dorne und einer Fiederborste versehen.[2])

Das dritte Fusspaar ist wie das zweite gebaut, nur mit dem Unterschiede, dass am Innenrande des dritten Innenastgliedes noch (wie am vierten Fusspaare) eine Borste auftritt.

Der Innenast des vierten Fusspaares (Taf. VII, Fig. 11) ist nur etwa so lang als die beiden ersten Aussenastglieder; seine Bewehrung ist dieselbe wie am dritten Paare. Der Aussenast unterscheidet sich von dem des zweiten und dritten Fusspaars durch stärkeren Borstenbesatz des Endgliedes.[3]) Am Innenrande treten nämlich noch zwei in ihren Endpartien mit kurzen Nebendornen besetzte Borsten auf, von welchen die untere, längere sehr kräftig und etwas gebogen ist.

Das fünfte Fusspaar zeichnet sich von den entsprechenden Extremitätenpaaren bei *Canthocamptus* dadurch aus, dass die langen Borsten sehr dünn sind, und die meisten der kurzen eigentümliche Umbildungen erfahren haben.

Beim Weibchen (Taf. VII, Fig. 12) ist die innere Partie des Basalsegments sehr stark nach unten verlängert. An dem hervorspringendsten Punkte derselben sind zwei Borsten eingelenkt, deren Ränder — ebenso wie bei den anderen befiederten Borsten dieses Fusspaares sowohl beim Weibchen als beim Männchen — im oberen Abschnitte fast parallel laufen. Erst von dem Punkte an, an welchem die kurzen Fiederdornen beginnen, tritt eine merkliche Verjüngung der Borsten ein. Neben diesen Borsten sind drei kurze, meist etwas gebogene Dornen eingelenkt, deren Endabschnitte merkwürdig modifiziert sind, wie dies Fig. 13 etwas stärker vergrössert darstellt. Die Aussenränder sind an diesen Stellen nicht — wie dies sonst der Fall ist — stark chitinisiert, sondern zu je einer zarten, hyalinen Membran umgebildet. Die Membranen zeigen eine feine Streifung[4]), welche von dem stark chitinisierten Abschnitte der Borsten ausgehen, und eine vorzüglich in den Randpartien auftretende, sehr feine Körnelung. (Letztere ist in den entsprechenden Borsten des männlichen Fusses — Taf. VII, Fig. 15 — besonders deutlich zu beobachten.) Die physiologische Bedeutung dieser Membranen

---

[1]) Bradys Zeichnung des ersten Fusspaares ist vollkommen richtig, ebenso Richards Beschreibung.

[2]) Brady hat, wie aus der Bewehrung des letzten Innenastgliedes hervorgeht, das zweite mit dem dritten Fusspaare verwechselt. — Richard erwähnt von dem 2.—4. Fusspaare nur die Dreigliedrigkeit ihrer Äste.

[3]) Brady hat diesen Unterschied nicht beachtet.

[4]) Ähnlich wie in der hyalinen Membran der drei letzten Segmente der weiblichen Vorderantennen von *Cyclops serrulatus* (Teil I, Taf. V, Fig. 10) zu beobachten.

erscheint mir aus ihrem gesamten Aussehen hervorzugehen: wir werden es hier wohl wie bei ähnlichen Gebilden mit Sinnesorganen zu thun haben. Das Auftreten solcher Organe an den fünften Füssen ist übrigens, wenn auch eine grosse Seltenheit, so doch kein Unikum. Denn bei einer anderen Süsswasser-Art, *Canthocamptus staphylinus*, habe ich — wie bereits früher [1]) erwähnt — einen unzweifelhaft sicheren Sinneskolben nachweisen können. Auch wenn diese Deutung irrig sein sollte, so ist die Thatsache an sich doch schon von höchstem Interesse. — Die freien Ränder des inneren Abschnittes des Basalsegments tragen Haarbesatz. Der Abschnitt dieses Segments, welcher die lange Aussenborste trägt, ist etwas eingeschnürt, fast als ob er abgegrenzt wäre.

Das breite Endglied verschmälert sich nach dem Ende zu. Sein Aussenrand ist gebogen, sein Innenrand mehr oder weniger gerade: beide sind mit feinen Haaren besetzt. Charakteristische Borsten treten sechs auf, am Aussenrande vier und am Ende zwei. Die beiden mittleren des Aussenrandes tragen feine Nebendornen, ebenso die innere endständige; die übrigen sind nackt.[2]) Die relativen Längen der Borsten ergeben sich aus der Zeichnung.

Der männliche Fuss (Taf. VII, Fig. 14) zeigt mit dem weiblichen grosse Ähnlichkeit in seiner Bewehrung. Die innere Partie des Basalsegments ist nicht verlängert und ebenfalls mit fünf[3]) Anhängen ausgerüstet, deren Längen aber durchaus nicht in solchem Masse verschieden sind, wie beim Weibchen. Die beiden inneren Anhänge sind einfache, in ihren Endteilen mit Nebendornen versehene Borsten. Die drei anderen dagegen zeigen dieselben Verhältnisse wie die drei Dornen beim anderen Geschlechte. Nach Fig. 15, in welcher der untere Rand des inneren Abschnittes stärker vergrössert dargestellt ist, ist der äusserste dieser drei Dornen etwas anders gestaltet, als die beiden anderen (und die am weiblichen Fusse). Wie ich wohl sicher annehmen darf, — denn ich glaube, auch bei den benachbarten dieselben Organisationsverhältnisse beobachtet zu haben — ist diese Differenz nur eine scheinbare, bedingt durch die günstige Lage des Dorns. Überschaut der Beobachter die Breitseite des Dorns, so ergiebt sich ein solches Bild; beim Betrachten der Schmalseite dagegen präsentieren sich diese Dornen in der Weise, wie die benachbarten und die des weiblichen Fusses gezeichnet sind.

Das Endglied ist mehr abgerundet als das beim anderen Geschlechte. Es ist gleichfalls mit sechs Borsten bewehrt; drei davon gehören dem Aussenrande, zwei dem Ende und eine dem Innenrande an. Die mittlere Aussenrandborste und die innere endständige tragen feine Nebendornen. Die Borste des Innenrandes ist besonders zart und zeigt haarförmige Befiederung, Erscheinungen, welche auch an der entsprechenden Borste bei anderen Süsswasser-*Harpacticiden* zu beobachten sind.

---

[1]) cf. p. 28 u. 29 und Taf. I, Fig. 19.

[2]) Bradys Zeichnung des fünften weiblichen Fusspaares giebt die charakteristischen Verhältnisse im allgemeinen wieder. Die durchaus nicht unwesentliche Bedornung einiger Borsten des zweiten Gliedes hat er aber übersehen, ebenso wie er die interessanten Modifikationen der drei Dornen des Basalsegments unbeachtet gelassen hat. — Ob bei den beiden Giesbrechtschen Arten ähnliche Verhältnisse auftreten wie die zuletzt erwähnten, giebt der Autor nicht an. — Richard erwähnt weder das weibliche, noch das männliche fünfte Fusspaar.

[3]) Nicht unbemerkt will ich lassen, dass ich in einigen Fällen nur vier Anhänge an dieser Stelle angetroffen habe; fünf ist aber sicher die normale Zahl. — Brady giebt deren sechs (?) an. Seine Zeichnung des männlichen fünften Fusses ist überhaupt ungenau.

Der Eiballen, welcher bis zur Furka oder noch darüber hinausreicht, ist stets aus einer grösseren Anzahl von Eiern zusammengesetzt.

Die Spermatophore (Taf. VII, Fig. 16) zeigt die gewöhnliche Flaschenform.

Grösse: ♀ 0,6—0,7 mm;[1]) ♂ 0,5 mm.

Die Färbung ist ein tiefes Dunkelbraun. Besonders stark pigmentiert sind die Cuticularverdickungen der Cephalothoraxringe und die dorsale Falte des ersten weiblichen Hinterleibsabschnittes. An den Abdominalsegmenten nimmt die Färbung von den Vorder- zu den Hinterrändern allmählig ab. Die Extremitäten sind meist farblos.

Als leichte Erkennungsmerkmale dürfen die langen zarten Borsten der Vorderantennen, der charakteristisch gebildete Nebenast der Hinterantennen, der Bau der Fusspaare und die rechteckigen Furkalzweige gelten. Auch die Braunfärbung und die gesamte Körperform, besonders wenn die einzelnen Segmente weit ineinander gezogen sind, bieten bequeme Erkennungsmerkmale.

Vorkommen: Ich habe diese Art in Deutschland nur konstatieren können im grossen Plöner- und im Dobersdorfer See bei Kiel[2]) und in einem Graben bei Passendorf in der Nähe von Halle.

---

[1]) Brady: 0,65 mm. Richard: ca. 0,68 mm.

[2]) Das Material aus diesen beiden Gewässern verdanke ich den Herren Dr. Zacharias in Plön, resp. Dr. Apstein in Kiel.

III. Gen. Ophiocamptus Mrázek.[1]

Körper sehr gestreckt, „wurmförmig". Rostrum eine breite Platte bildend. Furka lang, „aber nicht besonders dünn"; bei beiden Geschlechtern von gleicher Form und Bewehrung. Vorderantennen des Weibchens siebengliedrig; die des Männchens wie beim Gen. *Canthocamptus*. Nebenast der Hinterantennen klein und eingliedrig. Schwimmfüsse sehr kurz. Innenäste aller Fusspaare kurz und zweigliedrig; die des Männchens am zweiten bis vierten Fusspaare stark abweichend gebildet. Aussenastsegmente in der Regel[2]) ohne Innenrandborsten.[3])

---

[1]) Obige Diagnose lehnt sich stark an Mrázeks treffliche Charakteristik an. (Beitr. z. Kenntn. d. *Harpacticiden-Fauna*. p. 112.

[2]) cf. p. 89.

[3]) Über den Bau des Mandibularpalpus bei den beiden ausserdeutschen Arten, *Ophiocampt. brevipes* und *Poppei* erwähnt Mrázek nichts; ich kann also in die Diagnose keine entsprechende Angabe aufnehmen. — Betreffs der Cuticularbildungen auf der ventralen Seite des weiblichen Geschlechtssegments vgl. p. 9, Anm. 1.

11. Ophiocamptus Sarsii Mrázek.

(Taf. VI, Fig. 1—16.)

1889. *Canthocamptus gracilis* Poppe (non Sars): Poppe, Notizen zur Fauna. p. 544 u. 545. Taf. VIII, Fig. 5—9.

1893. *Ophiocamptus Sarsii* Mrázek, Beitr. z. Kenntn. p. 113 u. 114. Taf. V, Fig. 60—65.

Bemerkungen zu den Synonyma.

In meinen Verzeichnissen der deutschen *Copepoden*[1]) habe ich diese Art nach Rehberg[2]) und Poppe als *Canth. gracilis* Sars angeführt. Ersterer giebt die Anwesenheit derselben in einem Gewässer des nordwestlichen Deutschlands an. Da er weder eine Beschreibung noch Abbildungen seiner Angabe beifügt, so war ich einfach auf seine Mitteilung angewiesen, dass ihm wirklich diese Sarssche Form vorgelegen habe.

Auch Poppe scheint sich auf die Mitteilung Rehbergs verlassen zu haben; denn sonst würde er bei genauer Durchsicht der Sarsschen Diagnose bald gefunden haben, dass eine Identität seiner Art mit der von Sars als *Canth. gracilis* beschriebenen als vollkommen ausgeschlossen betrachtet werden musste. In erster Linie scheint er sich an die Sarssche Angabe von der schlanken Körperform und der sehr gestreckten Furka[3]) gehalten zu haben, beides Eigentümlichkeiten, welche seiner Art in erhöhtem Masse zukommen. Dass auch ich trotz der Angaben und Abbildungen Poppes die Art als *Canth. gracilis* Sars angeführt habe, beruht einfach darauf, dass ich bei Zusammenstellung des geschichtlichen Materials die Prüfung der ev. Identität beider Formen bis zu späterer, eingehender Bearbeitung der *Harpacticiden* verschob. Wenn ich ein Exemplar dieser Form selbst gefunden hätte, wäre mir sicher schon früher deren Nichtidentität[4]) mit *Canth. gracilis* Sars aufgefallen, die ganz offenkundig zu Tage liegt.

Als ich bei den Arbeiten zu diesem Teile meiner Monographie den Irrtum Poppes bemerkte wandte ich mich selbst an Professor Sars um gütige Äusserung. Derselbe sandte mir in bekannter, liebenswürdiger Weise Pausen seiner Zeichnungen von *Canth. gracilis*, die mein Urteil sicher bestätigten. Gleichzeitig erhielt ich von Herrn Dr. Mrázek die freundliche, briefliche Mitteilung, dass er die Poppesche Form im Böhmen gefunden, eingehend studiert und mit noch einigen anderen nahestehenden Arten[5]) zu einem neuen Genus, „*Ophiocamptus*", vereinigt habe. Ich halte eine solche generelle Abgrenzung dieser Spezies für absolut geboten, da die Differenzen zwischen ihr und den *Canthocamptus*-Arten bei weitem grösser sind, als dies wohl Poppe vermutet hat und nehme mit Freuden die treffende Bezeichnung Mrázeks an.

---

[1]) Schmeil, Beitr. z. Kenntn. p. 9 u. 12 und Teil I dieser Arbeit p. 8 u. 11.

[2]) Rehberg, Beitr. z. Kenntn. p. 551.

[3]) Rehberg spricht irrtümlicherweise von „langen und dünnen Abdominalsegmenten."

[4]) Einen Beweis hierfür brauche ich nicht zu führen, da dies bereits Mrázek (l. c.) in treffender Weise gethan hat.

[5]) Erwähnt mag hier sein, dass ich aus Zeichnungen von Prof. Sars ersehe, dass Mrázek *Canth. brevipes* Sars richtig erkannt hat.

Poppe hat in dem Glauben, *Canth. gracilis* Sars vor sich zu haben, nur eine Ergänzung der Sarsschen Diagnose geben wollen. Seine von trefflichen Abbildungen begleiteten Mitteilungen, welche allerdings (s. später) einige Irrtümer aufweisen, beziehen sich — da Sars das Männchen seiner Art unbekannt war — deshalb vorzugsweise auf dieses Geschlecht. Die erste eingehende

Charakteristik der Art

wird durch folgende Angaben dargestellt.

Die Körperform (Taf. VI, Fig. 1) ist eine ausserordentlich schlanke. Die Segmente des Körpers sind fast von ein und derselben Breite; nur die beiden letzten sind ein wenig verschmälert. Die Seitenränder der Abdominalringe sind etwas ausgeschweift.[1])

Cephalothorax: Abgesehen von einer feinen Punktierung der dorsalen Chitinplatten (Taf. VI, Fig. 15), welche dem ersten Segmente zu fehlen scheint, an den Abdominalringen aber zu beobachten ist, fehlt jede Ornamentik. Die seitlichen Partien der Platte des ersten Segments sind weit verbreitert; die hinteren Ecken dieser und der drei folgenden Platten sind abgerundet und nicht verlängert. Der Pigmentkörper des Auges hat die Form eines Y. Das Rostrum (Taf. VI, Fig. 4) ist plattenförmig, beim unverletzten Tiere leicht nach der ventralen Seite zu gebogen.[2]) Die Oberfläche trägt zwei Sinneshärchen und zeigt einige, den Rändern fast parallel laufende, dunkle Linien. Die Spitze endet meist in zwei kleinen Höckern.

Abdomen: Mit Ausnahme des ersten Segments beim Männchen tragen die ventralen Hinterränder der einzelnen Ringe je eine Reihe feiner Dornen (Taf. VI, Fig. 2). Das letzte Segment (Taf. VI, Fig. 3) trägt ausserdem an seinem dorsalen Hinterrande noch einen Besatz sehr feiner Dornen. Die Verschmelzung des ersten weiblichen Ringes (Taf. VI, Fig. 2) aus zwei einst selbständigen Abschnitten wird noch durch breite Chitinspangen angedeutet, welche in den Seitenlinien beginnen und sich über den grössten Teil der ventralen Fläche hinwegziehen. Neben den weiblichen Geschlechtsöffnungen sind je zwei Borsten eingelenkt von welchen die äusseren die längeren sind. Das Cuticulargerüst des weiblichen Genitalapparats ist fast ebenso gebildet wie beim Genus *Canthocamptus*. Die Bewehrung der männlichen Genitalklappen besteht aus je zwei sehr kurzen Dörnchen (Taf. VI, Fig. 14).

Die Analklappe ist dreieckig, in eine lange Spitze ausgezogen,[3]) deren Form geringen Schwankungen unterliegt.

Die Furka (Taf. VI, Fig. 1 u. 3) ist länger als das letzte Abdominalsegment, an der Basis breit, nach dem Ende zu stark verschmälert und von der Seite gesehen vollkommen kegelförmig. Fast über die gesamte Länge der dorsalen Fläche erstreckt sich eine Chitinleiste. Von oben betrachtet erscheint dieselbe als eine dunkele Linie, von der Seite gesehen, dagegen als eine zur Furkalfläche

---

[1]) Eine gute Habituszeichnung des Männchens giebt Poppe.

[2]) Poppe zeichnet das Rostrum des Männchens als in einer Spitze endigend. Mrázeks Zeichnung ist gut.

[3]) Ist in Poppes Habitusbilde nicht angegeben. — Mrázek macht die interessante Mitteilung, dass das Operkulum bei Tieren vor der letzten Häutung gezähnelt ist (Fig. 64).

fast senkrecht stehende Membran. Neben dem Ende der Leiste, nach aussen zu, steht die auch bei den anderen deutschen *Harpacticiden*-Genera auftretende „geknöpfte“ Borste. Ungefähr in der Mitte des Aussenrandes befindet sich eine lange Borste und ein sehr kurzer Dorn; etwas tiefer ist noch eine lange Borste eingelenkt. Der ventrale Hinterrand der Furka trägt einen Besatz von kleinen Dornen. Die Apikalborsten sind relativ kurz; die grösste ist nur etwa so lang wie die Furka und die beiden letzten Abdominalsegmente zusammengenommen; die innerste Borste bleibt dornförmig; die beiden anderen sind an ihrer Basis meist etwas angeschwollen und zeigen sehr geringe Befiederung; die mittlere ist nicht ganz dreimal so lang als die äussere.

Die Vorderantennen sind nach dem Typus von *Canthocamptus* gebaut. Die des Weibchens (Taf. IV, Fig. 4) sind siebengliedrig, viel kürzer als der erste Abschnitt des Vorderleibs und zeigen an der Grenze zwischen dem zweiten und dritten Gliede eine starke Knickung. Alle Segmente sind relativ stark und kurz; besonders gilt dies für die beiden ersten; das letzte Glied ist das längste. Die Bewehrung der einzelnen Segmente, welche sich am einfachsten aus der Figur ergiebt, ist ganz ähnlich wie bei den Genera *Canthocamptus* und *Nitocra*. Der Sinneskolben befindet sich gleichfalls am vierten Segmente und ist ausserordentlich stark. Dass das letzte Segment der vorliegenden Art den beiden letzten Gliedern bei jenen Genera homolog ist, ergiebt sich leicht aus der Beborstung.

Die Greifantennen des Männchens ähneln denjenigen von *Canthocamptus* ungemein. Am Innenrande des vierten Segments, das etwa in dem Masse angeschwollen ist wie bei *Canth. northumbricus* (cf. Taf. III, Fig. 12), macht sich aber ein beim Genus *Canthocamptus* nicht anzutreffender Vorsprung bemerklich, der an seinem Ende mit einer Borste versehen ist. Der Sinneskolben ist wie beim Weibchen stark, reicht aber nicht bis zum Ende des letzten Segments, das genau wie bei diesem Geschlechte gebildet und bewehrt ist.

Die Hinterantennen (Taf. III, Fig. 5) zeigen ebenfalls den Typus von *Canthocamptus*. Der Hauptast ist dreigliedrig und wie die ersten weiblichen Antennen kurz und sehr breit. Der am zweiten Segmente des Hauptastes entspringende Nebenast ist eingliedrig, lang und schmal. An der Spitze trägt er zwei Borsten und etwas unterhalb derselben noch eine dritte Borste.[1]

Die Mundwerkzeuge stimmen in ihrem Baue vollkommen mit denjenigen von *Canthocamptus* überein. Die Zähne der Mandibel (Taf. VI, Fig. 7) sind sehr kräftig. Der Palpus dieses Extremitätenpaares ist relativ gross und zweigliedrig. Das letzte Segment derselben ist mit vier Borsten bewehrt.

Die Schwimmfüsse sind die kürzesten aller deutschen Süsswasser-*Harpacticiden*; die einzelnen Segmente dagegen sind breit. Die Aussenäste bestehen aus je drei, die Innenäste aus je zwei Segmenten. Alle Dornen sind relativ stark und lang.

Am ersten Fusspaare (Taf. VI, Fig. 8), das bei beiden Geschlechtern gleich gebaut ist, reicht der Innenast ein wenig bis über die Mitte des dritten Aussenastgliedes. Das erste Segment desselben ist ausserordentlich voluminös und ebenso wie das zweite mit einer Innenrandborste ausgerüstet. Das letztere trägt ausserdem noch an seiner Spitze eine knieförmige Borste und einen starken Dorn. Den Segmenten des Aussenrandes fehlt jede Bewehrung der Innenränder. Das letzte Glied ist an seiner Spitze mit zwei geknieten Borsten und einem starken Dorne bewehrt. Der kurze Dorn an der äusseren Ecke gehört dem Aussenrande an, dessen Bewehrung dieselbe wie bei den *Canthocamptus*-Arten ist.

---

[1] Mrázeks Zeichnung der Hinterantemen ist vollkommen genau.

Beim Weibchen sind die drei folgenden Fusspaare von gleichem Baue (Taf. VI, Fig. 9). Die Innenäste ragen etwa bis zur Mitte der zweiten Aussenastglieder. Beide Segmente derselben sind von etwa gleicher Länge. Eine Innenrandborste kommt nur dem ersten zu. Das zweite Glied trägt an seinem Ende zwei Dornen, von welchen der innere der längere ist, und eine kurze, zwischen beiden Dornen inserierte Borste. Systematisch unwichtiger Dornenbesatz der Aussenränder ist hier wie an beiden Ästen des ersten Fusspaares und an allen übrigen Aussenästen zu beobachten. Das letzte Glied der Aussenäste trägt an seiner Spitze zwei kräftige Dornen von der in der Figur angegebenen Bewehrung und relativen Länge und eine innere, kurze Borste. Die Innenränder der Aussenastsegmente sind in der Regel ohne Bewehrung: an einem, selten an beiden Füssen des dritten oder vierten Paares tritt jedoch, soweit meine Beobachtung reicht, bei jedem Individuum eine befiederte Innenrandborste auf,[1]) welche auch in Figur 9 angegeben ist.

Während beim Männchen die Aussenäste der drei hier in Betracht kommenden Fusspaare genau so gebaut sind wie beim Weibchen, zeigen die Innenäste sowohl unter sich, als auch von denen des anderen Geschlechts durchaus abweichende Verhältnisse.

Der Innenast des zweiten Paares (Taf. VI, Fig. 10) ist so lang als die beiden ersten Aussenastglieder. Sein erstes Segment ist sehr breit, am Aussenrande stark chitinisiert und etwas verlängert und am Innenrande mit einer kurzen Borste versehen. Das zweite, etwas gebogene Glied ist schmal und an seiner Spitze mit drei Borsten besetzt, von welchen die mittlere die längere ist.[2])

Am dritten Fusspaare überragt der Innenast (Taf. VI, Fig. 11) noch etwas die beiden ersten Aussenastglieder. Das erste Segment ist breit und trägt eine kurze Borste am Innenrande. Das zweite, schmalere Glied ist an der Spitze mit zwei gleichlangen Borsten versehen; der Aussenrand desselben ist in der Mitte dornartig ausgezogen.

Am vierten Fusspaare sind beide Innenastglieder (Taf. VI, Fig. 12) von etwa gleicher Breite und zusammen so lang wie die beiden Aussenastsegmente. Das erste trägt eine Innenrandborste, das zweite aber deren drei, eine kürzere obere und zwei mit kurzen Dornen besetzte untere Borsten. Am Ende des zweiten Gliedes ist noch ein eigentümlich hakenartiger Dorn zu beobachten, dessen Basalabschnitt stark angeschwollen ist und dessen Endabschnitt eine fast rechtwinklige Krümmung nach innen zeigt.[3])

---

[1]) Mrázek hat solche Innenrandborsten, wie aus seiner Bemerkung in der Gattungsdiagnose hervorgeht (Aussenäste „an der Innenseite unbewaffnet") nicht beobachtet, auch in seiner Figur 63, einen Fuss des vierten Paares darstellend, nicht angegeben.

[2]) Durch ein Versehen des Lithographen, das von mir bei der Korrektur der Tafeln leider unbemerkt geblieben ist, sind in meiner Zeichnung (Fig. 10) die mittlere und innere Borste als ein sehr breiter Anhang dargestellt. Denkt man sich die doppelten Konturen desselben verbreitert und etwas unterhalb der Spitze getrennt, so hat man etwa ein Bild der thatsächlichen Verhältnisse. — Poppe hat die dritte Borste des Endgliedes übersehen; sonst sind seine Beschreibung und Abbildung dieser Extremität richtig.

[3]) Poppe hat die Innenäste des dritten und vierten männlichen Fusspaares mit einander verwechselt. Seine Angaben über den Innenast des vierten (nach ihm dritten) Paares sind richtig bis auf die Bemerkung, dass das Ende des zweiten Segments „mit zwei sehr winzigen, gekrümmten Dornen besetzt" sei; es ist in der That — wie oben angegeben — nur ein solcher Dorn vorhanden. — Den Innenast des dritten (nach ihm vierten) Fusspaares beschreibt er richtig. Innen- und Aussenrand hat er jedoch verwechselt. Seine Zeichnung (Fig. 8) aber stellt einen Innenast eines der weiblichen Fusspaare dar.

Das fünfte Fusspaar des Weibchens (Taf. VI, Fig. 13) zeigt höchst charakteristische Verhältnisse. Der innere Abschnitt des Basalsegments ist weit nach unten verlängert und ausser mit zwei kleinen Borsten mit vier, im Verhältnis zu ihrer Länge sehr starken, an der Spitze stumpfen und etwa gleich langen Dornen bewehrt. Der Rand zwischen dem apikalen, stumpfen Dorne und der unteren kleinen Borste zeigt minutiösen Dornenbesatz. Das zweite Segment ist viel kürzer als die innere Verlängerung des Basalgliedes und sehr breit. Die Bewehrung desselben besteht von innen nach aussen verfolgt aus einem kurzen, abgestumpften, einem langen, spitzen Dorne, einer schräg nach aussen gerichteten kleinen Borste und zwei ebenfalls an dem Ende abgerundeten Dornen. Das breite Endglied, die ebenfalls sehr breite Verlängerung der inneren Partie des Basalsegments und die fast gleichlangen stumpfen und kurzen Dornen geben dem Fusse ein Aussehen, welches im Vergleich zu den Verhältnissen aller anderen deutschen *Harpacticiden* als absonderlich bezeichnet werden darf.[1]

Der fünfte Fuss des Männchens (Taf. VI, Fig. 14) dagegen zeigt Verhältnisse, wie sie beim Genus *Canthocamptus* vorkommen. Der nur wenig nach unten verlängerte Innenabschnitt des Basalsegments trägt zwei gleich kurze Dornen. Das Endglied ist in der mittleren Partie am breitesten. Der Aussenrand trägt zwei sehr kurze Borsten und eine längere; am Ende ist die längste Borste des ganzen Fusses eingelenkt, und der Innenrand ist mit zwei wieder kürzeren Borsten versehen. Eine Befiederung der Anhänge konnte ich nur in dem Masse nachweisen, wie in der Zeichnung angegeben ist.[2]

Die Spermatophore (Taf. VI, Fig. 16) ist im Verhältnis zur geringen Grösse des Tieres als lang zu bezeichnen; sie zeigt die normale Flaschenform.

Grösse: ♀ ca. 0,5, ♂ 0,4 mm.[3]

Die Farbe des Tieres ist ein schmutziges Grau; der Pigmentkörper des Auges ist lebhaft karminrot.

Als einfaches Erkennungsmerkmal des Genus ist die ausserordentlich schlanke Körperform zu bezeichnen. Die Art ist leicht an dem charakteristischen Bau des fünften Fusspaares (besonders des Weibchens) zu erkennen.

Lebensweise und Vorkommen: *Ophiocamptus Sarsii* ist noch in weit höherem Grade ein schlechter Schwimmer als die nahe verwandten Arten der Genera *Canthocamptus* und *Nitocra*. Seine Fortbewegung besteht in einem Schlängeln des wurmförmigen Körpers und ist ausserordentlich langsam und unbeholfen.

Das interessante Tier ist bisher nur in einigen Gewässern des nordwestlichen Deutschland gefunden worden und zwar von Rehberg im Waller-See und von Poppe im Glinstedter- und Huvenhoops-See. Bei Halle habe ich das Tier bisher nicht beobachtet.[4]

---

[1] Mrázek macht betreffs der abgestumpften Borsten die interessante Bemerkung, dass dieselben „nur bei ganz entwickelten Tieren vorkommen, während bei etwas jüngeren, wenn auch schon sonst ganz ausgebildeten Exemplaren die eigentümlichen, abgestumpften, dickern Dornen durch gewöhnliche Borsten ersetzt sind.“

[2] Poppes Zeichnungen der Füsse des fünften Paares sind durchaus musterhaft. — Die oberste, winzige Borste des Aussenrandes am zweiten Gliede des männlichen Fusses giebt er nicht an. Ebenso ist dieselbe von Herrn Dr. Mrázek in eine mir gütigst zur Verfügung gestellte Originalzeichnung nicht eingetragen. Wie es scheint, ist demnach das Auftreten dieses Anhangs nicht konstant; ich fand denselben allerdings bei allen von mir untersuchten Exemplaren.

[3] Poppe giebt die Grösse des Männchens mit resp. ohne Einschluss der Furkalborsten auf 0,704 und 0,528 mm an. Die beiden von mir gemessenen Männchen waren genau 0,384 mm gross.

[4] Das Material dieser Art, das ich untersucht habe, verdanke ich der Güte der Herren Poppe und Mrázek. Erstgenannter Forscher stellte mir auch in liebenswürdigster Weise seine vorzüglichen Präparate zur Verfügung.

B.

Subfamilie Longipediinae Boek.[1]

IV. Genus Ectinosoma Boek.[2]

Das Abdomen ist nur undeutlich vom Cephalothorax geschieden und nach dem Tode (in der Regel) nicht gegen letzteren zurückgebogen. Die Vorderantennen sind sehr kurz, die Hinterantennen länger als jene, dreigliedrig; am zweiten Segmente der letzteren ist ein langer (zwei- oder) dreigliedriger Innenast eingelenkt. Der Mandibularpalpus ist stark entwickelt, zweigliedrig, mit einem kurzen Nebenaste. Der Maxillarpalpus ist breit. Der erste Maxillarfuss besteht aus fünf Segmenten. Der zweite Maxillarfuss ist dreigliedrig, ohne Greifhaken. Alle Schwimmfusspaare sind fast übereinstimmend gebaut: jeder Ast aus drei Segmenten bestehend. Innenast des ersten Fusspaares nicht zum Greifen eingerichtet. Die Füsse des fünften Paares sind bei beiden Geschlechtern aus zwei Segmenten zusammengesetzt.

---

[1] Boek, Oversigt over de ved Norg. Kyst. iagtt. *Copep.* p. 28.

Da von den vielen Arten dieser Subfamilie — soweit bis jetzt bekannt ist — nur eine einzige zur Fauna Deutschlands gehört, so muss hier von einer Charakteristik der letzteren abgesehen werden. Die Bradysche Diagnose (A monograph. Bd. II, p. 4 u. 5) einfach aufzunehmen, konnte ich mich nicht entschliessen, da dieselbe einer grundlichen Revision bedarf. Eine solche kann aber nur von dem Forscher vorgenommen werden, der sich mit dieser Unterfamilie monographisch beschäftigt.

[2] Boek, l. c. p. 30.

12. Ectinosoma Edwardsi Richard.

(Taf. VIII. Fig. 1—21.)

1890. *Bradya Edwardsi* Richard, Descript. du *Br. Edw.*, *Copép.* aveugle nouveau. Mit 10 Textfiguren.

1891. „ *Edwardsi* Richard, Recherch. sur les *Copép.* p. 211—214. Mit denselben Textfiguren.

Bemerkungen zu den Synonyma.

Diese Art ist von Richard entdeckt und von ihm in das Genus *Bradya* Boek eingereiht worden. In seiner oben citierten zweiten Arbeit fügt er aber seinen Mitteilungen über diese interessante Art, die viel mehr das Aussehen eines marinen statt eines Süsswasser-Tieres hat, die Bemerkung an, dass ihm Professor Lilljeborg mitgeteilt habe, dass wir es hier nicht mit einer Art des Genus *Bradya*, sondern mit einer *Ectinosoma*-Form zu thun haben, welche sich sowohl in süssen Gewässern Schwedens als auch im Meere vorfände. Herr Dr. Richard hat sich — wie er mir jüngst mitzuteilen die Güte hatte — jetzt auch der Ansicht des genannten, hochverdienten, schwedischen Forschers zugeneigt.

Auf meine Bitte hin übersandte mir auch vor einiger Zeit Herr Professor Lilljeborg einige Exemplare, die einem Binnenlandsgewässer seiner Heimat entstammten, und teilte mir freundlich mit, dass ihm diese Form schon seit sehr langer Zeit bekannt, von ihm bereits im Jahre 1853 in seinem grundlegenden Werke „De Crustaceis ex ordinibus tribus etc." p. 205 nur undeutlich beschrieben, auf Taf. XX, Fig. 10 und 11 abgebildet und in Vorlesungen als *Ectinosoma fuscum* bezeichnet worden sei.[1])

Wie eine Untersuchung meinerseits ergab, stimmten die weiblichen Individuen der schwedischen Form mit der vorliegenden vollkommen überein bis auf den Bau der Vorderantennen. Das Endsegment derselben ist nämlich mit einem wohlentwickelten Sinneskolben ausgerüstet; dem vierten Gliede dagegen aber fehlt der charakteristische Chitinhaken.

Da mir männliche Exemplare der schwedischen Form nicht vorlagen, so will ich ein endgiltiges Urteil über die Stellung derselben zum typischen *Ect. Edwardsi* hier nicht abgeben; so viel ist mir aber sicher geworden, dass an eine artliche Trennung beider nicht gedacht werden kann. Vielleicht dürfte die schwedische Form als eine Varietät der typischen bezeichnet werden.[2])

Eine viel wichtigere Frage aber ist die nach der Zugehörigkeit der Richardschen Art zum Genus *Bradya* resp. *Ectinosoma*. Brady, auf den ich mich wegen Unkenntnis der norwegischen

---

[1]) Da Lillejeborg weder eine genauere Beschreibung dieser Form, noch die derselben beigelegte Bezeichnung veröffentlicht hat, so kann letztere selbstverständlich auch keine Anwendung finden.

[2]) In welchem Verhältnisse die vorliegende Art zu *Bradya limicola Herrick* (A final report, p. 185) steht, ist aus der oberflächlichen Beschreibung — wie bereits Richard bemerkt — absolut unersichtlich.

Sprache, in welcher die Boeksche Genusdiagnose abgefasst ist, allein verlassen kann, giebt als Hauptunterscheidungsmerkmal der *Genera Ectinosoma* und *Bradya* an, dass der erste Maxillarfuss des ersten Genus aus zwei, der des letzten aus fünf Segmenten zusammengesetzt sei. Da bei der vorliegenden Art sicher das letztere Verhältnis obwaltet, so müsste sie, wie Richard zuerst ausgesprochen, thatsächlich zum Genus *Bradya* gehören. Brady zeichnet nun von *Ect. spinipes* Brady (Taf. XXXVI, Fig. 6), *Ect. erythrops* Brady (Taf. XXXVI, Fig. 14) und *Ect. atlanticum* Brady und Robertson (Taf. XXXVIII, Fig. 15) den ersten Maxillarfuss. Da die beiden letzteren Arten nach Giesbrecht[1]) — und ich möchte ihm in diesem Punkte beipflichten — überhaupt nicht zum Genus *Ectinosoma* gehören, so käme hier allein *Ect. spinipes* Brady[2]) in Betracht. Die Zeichnung des genannten Extremitätenpaares dieser Art erinnert aber sehr stark an Verhältnisse, wie sie von vorliegender Species sicher festgestellt sind. Es ist sehr leicht möglich, dass Brady die drei letzten Segmente übersehen hat, dass also auch bei *Ect. spinipes* Brady der erste Maxillarfuss aus fünf Segmenten zusammengesetzt ist.

Hierzu kommt noch, dass Giesbrecht, der seine Sorgfalt und Genauigkeit mehr denn einmal auf das glänzendste dokumentiert hat, eine *Ectinosoma*-Art, *Ect. gothiceps* beschrieben hat[3]), deren erster Maxillarfuss gleichfalls aus fünf Segmenten[4]) zusammengesetzt ist, und dass Poppe in seiner mit bekannter Sorgfalt abgefassten Beschreibung von *Ect. curticorne* Boek angiebt, dass hier dieses Extremitätenpaar aus zwei sehr grossen und zwei sehr kleinen, also in Summa aus vier Segmenten gebildet sei. Da Poppes Zeichnung (Taf. VI, Fig. 9) genau — wenn auch nicht bis auf jede Borste — die Verhältnisse darstellt, wie sie für vorliegende Art gelten und von Richard (Fig. 6) und mir (Taf. VIII, Fig. 16) angegeben sind, so möchte ich annehmen, dass ihm das eine der beiden kürzesten Glieder entgangen ist.[5])

Damit wäre aber das trennende Prinzip zwischen den Genera *Ectinosoma* und *Bradya* gefallen; das letztere wäre zu Gunsten des ersteren, weil älteren, zu streichen[6]) und unsere Art fortan als *Ectinosoma Edwardsi* zu bezeichnen.

---

[1]) Giesbrecht, d. freil. *Cop.* der Kieler Föhrde, p. 108: „*E. erythrops* kann u. a. wegen seines für diese Gattung (*Ectinosoma*) sehr auffallenden, stark an *Delavalia reflexa* B. und R. erinnernden Mandibularpalpus und *atlanticum* wegen seiner ebenso merkwürdigen Antennen nicht (für das Gen. *Ectinosoma*) in Betracht kommen".

Unerwähnt will ich nicht lassen, dass aber Poppe (D. freil. *Copep.* des Jahdebusens p. 197 u. 198) diese beide Arten zum Genus *Ectinosoma* rechnet. Auch de Guerne thut dasselbe (Sur les genres *Ectinosoma* Boek et *Podon* Lilljeborg p. 4—7).

[2]) Diese Art ist nach Poppe (l. c.) de Guerne (l. c.) und Canu (Les *Copép.* du Boulonnais p. 152) identisch mit dem von Boek aufgestellten *Ect. Sarsii*.

[3]) Giesbrecht l. c. p. 106–107.

[4]) Hinsichtlich der Details weicht aber dieses Extremitätenpaar von *Ect. gothiceps* (Taf. X, Fig. 10) von dem der vorliegenden Art nicht unwesentlich ab.

[5]) Poppe. l. c. p. 196: „Die oberen Kieferfüsse bestehen aus zwei ziemlich gleich langen Abschnitten . . . . . Der nach seinem Ende hin etwas verbreiterte Endabschnitt trägt . . . . am Ende (noch) zwei sehr kleine Segmente, von denen das erste zwei sichelförmige, das zweite drei einfache Borsten trägt." Das mit den beiden sichelförmigen Borsten bewehrte scheint die beiden kürzesten Glieder (das dritte und vierte bei vorliegender Art) in sich zu schliessen. Es können natürlich bei *Ect. curticorne* beide Glieder auch zu einem verschmolzen sein.

[6]) Nicht unbemerkt will ich lassen, dass auch Herr Prof. Lilljeborg, wie er mir freundlichst mitteilte, an der generischen Verschiedenheit von *Ectinosoma* und *Bradya* zweifelt.

Charakteristik der Art.

Leibesform: Von oben betrachtet (Taf. VIII, Fig. 1), ähnelt das Tier stark einer *Canthocamptus*-Art, lässt sich jedoch leicht durch die kurzen Vorderantennen, die eigentümliche Form des Rostrums und die abweichenden Verhältnisse des letzten Abdominalsegments von einer solchen unterscheiden. Der charakteristische Habitus des Tieres ist aber erst in der Seitenlage (Taf. VIII, Fig. 2) deutlich zu erkennen. Die stark nach der Bauchfläche verlängerten, dorsalen Rückenschilder lassen den Cephalothorax, der von dem sich immer mehr verjüngenden Abdomen nur undeutlich geschieden ist, sehr breit erscheinen. Die Form des Rostrums und der Bau einiger Extremitätenpaare, besonders der ersten Antennen und des fünften Fusspaares treten in dieser Lage bereits bei geringer Vergrösserung deutlich hervor und lassen in Verbindung mit der starken Braunfärbung fast des gesamten Panzers die Art leicht und sicher erkennen. Nach dem Tode bleibt der Körper fast ganz gestreckt; selten ist eine geringe Knickung an der Grenze zwischen Cephalothorax und Abdomen zu beobachten.

Cephalothorax: Das erste Segment übertrifft die vier anderen zusamengenommen noch an Länge. Die grösste Breite liegt an der Grenze der beiden ersten Segmente. Die Seitenpartien der einzelnen Rückenschilder, welche sich etwas übereinander schieben, sind stark verbreitert, so dass sie einen grossen Teil der Bauchseite überdecken. Die hinteren Ecken derselben sind etwas verlängert und abgerundet (Taf. VIII, Fig. 2 u. 8). Die Seitenränder des ersten Segments, das sich in ein abgerundetes, muldenförmiges Rostrum fortsetzt, sind mit mehreren Reihen feiner Dornen besetzt. Dem Rande des Rostrums fehlt dieser Dornenbesatz.[1]) Die Cuticula aller Segmente, auch der des Abdomens, ist ausserordentlich stark, brüchig und durch intensive Braunfärbung vollkommen undurchsichtig, ein Umstand, der das Studium ungemein erschwert. Eine Punktierung der Cuticala scheint darauf hinzudeuten, dass sie nicht überall von gleicher Stärke ist. Auch einige rechtwinklig zur Längenachse verlaufende Linien dürften dasselbe darthun. Unmittelbar über dem Vorderrande jedes Segments macht sich eine sehr intensiv braun gefärbte Duplikatur bemerklich, durch welche die Grenzen der einzelnen Abschnitte deutlich hervortreten. Ferner ist etwa im ersten Drittel der Länge jedes Segments, aber nur auf die mittlere Partie beschränkt, eine Querreihe kurzer Dornen bemerklich. Diese Dornen sind aber nicht selbständige Gebilde, sondern nur als Auszackungen einer der soeben erwähnten stärker chitinisierten „Linien“ zu betrachten, wie sich dies aus den analogen Verhältnissen der Abdominalsegmente ergiebt. Die Hinterränder der einzelnen Segmente sind ganzrandig, nur der des fünften Abschnittes (Taf. VIII, Fig. 21) ist sehr fein ausgezackt.[2])

Abdomen: Die einzelnen Segmente nehmen nach der Furka zu gradweise an Breite und Länge ab. Das vierte weibliche, resp. fünfte männliche Segment ist bis zu seinem Vorderrande gespalten, so dass es auf den ersten Anblick erscheint, als hätte man ein Tier mit sehr langer Furka vor sich (Taf. VIII, Fig. 6). Die für die Cephalothoraxsegmente erwähnten Chitinduplikaturen unmittelbar hinter den Vorderrändern treten hier ebenfalls, und zwar auf der Rückenseite im allgemeinen stärker als auf der Bauchfläche, und mit mancherlei Modifikationen auf, wie dieses Fig. 3, 4 u. 5 zeigen. Die Hinterränder aller Segmente sind dorsal sehr fein, ventral aber stark ausgezackt.[1] (Taf. VIII, Fig. 1, 5, 6 u. 9.)

---

[1]) Eine Bewehrung des Rostrums mit „Cilien“, wie Richard angiebt, findet niemals statt.

[2]) Die feineren Strukturverhältnisse und die Ornamentik der Cephalothoraxsegmente mit Ausnahme der Seitenränder des ersten hat Richard nicht angegeben.

Am ventralen Hinterrande des ersten weiblichen Segments fehlen diese Auszackungen in der mittleren Partie (Taf. VIII, Fig. 5). Beim Männchen ist ein Teil der ventralen Cuticula des ersten Segments zu zwei grossen, beweglichen Genitalklappen, die mit je einer Borste bewehrt sind, umgewandelt (Taf. VIII, Fig. 3). Der freie Rand derselben ist nicht ausgezackt; die beiden seitlichen Abschnitte des ventralen Hinterrandes dieses Segments sind ebenso wie der ventrale Hinterrand des letzten (gespaltenen) Abdominalsegments (Taf. VIII, Fig. 6) nur fein eingekerbt. Wie die Cuticula des Cephalothorax, so erscheint auch die des Abdomens fein punktiert und auf jedem Ringe mit einigen, nur bei starker Vergrösserung sichtbaren, dunkleren Linien versehen. Dass die im oberen Drittel der Länge jedes Segments verlaufende „Linie“ fein gezähnelt erscheint, ist schon oben erwähnt.[2] Am grössten sind diese Zähnchen an der Bauchseite des zweiten Segments bei beiden Geschlechtern (Taf. VIII, Fig. 4 u. 5). Eine Analklappe ist nicht vorhanden; der Darm mündet frei in dem Winkel der beiden, an den Innenseiten mit feinen und kurzen Haaren besetzten Abschnitte des letzten Abdominalsegments.

Über die Ventralseite des weiblichen Genitalsegments vgl. p. 100.

Die beiden Furkalzweige werden ebenso, wie die als Furka funktionierenden Abschnitte des letzten Abdominalringes im normalen Zustande gespreizt gehalten. Sie sind relativ kurz, etwas breiter als lang (Taf. VIII, Fig. 6) und zeichnen sich dadurch aus, dass die dorsale sowohl als ventrale Endpartie in je einen eigentümlichen, dornartigen Fortsatz ausgezogen ist. Diese Fortsätze, besonders der fast farblose, dorsale, lassen sich wegen der Braunfärbung der Apikalborsten nur schwer konstatieren,[3] am leichtesten noch, wenn sich das Tier in der Seitenlage befindet. Will man diese Gebilde deutlich erkennen, so müssen die Apikalborsten abgebrochen werden. Der dorsale Fortsatz (Taf. VIII, Fig. 7) ist an seiner Basis sehr breit und endet in eine scharfe Spitze. Der ventrale, stark gebräunte Fortsatz ist mehr dornenförmig, nicht immer von gleicher Form und stets mit der Spitze nach aussen gerichtet (Taf. VIII, Fig. 6). Zwischen diesen beiden charakteristischen Fortsätzen sind die Apikalborsten, drei[4] an der Zahl, eingelenkt.

Die mittlere dieser Borsten erreicht etwa die Länge des Körpers mit Ausschluss des ersten Cephalothoraxsegments und verhält sich zur äusseren etwa wie 4 : 3. Beide sind in ihren oft etwas angeschwollenen Basalabschnitten so gebaut, wie dies für die entsprechenden Borsten der *Cyclopiden* früher erwähnt worden ist[5], und nur selten sind sie mit einigen winzigen, weit von einander entfernten Nebendornen besetzt. Die innere Apikalborste ist bei weitem kürzer als die beiden anderen.

---

[1] Richards Angabe: „Tous les segments de l'abdomen portent vers leur extrémité distale une couronne de fines épines“ ist nicht genau.

[2] Diese Verhältnisse hat Richard unbeachtet gelassen.

[3] Dem sicher sehr gewissenhaften Richard ist das Vorhandensein dieses Gebildes auch entgangen.

[4] Richard rechnet die innerste Borste nicht zu den Apikalborsten. Ganz analoge, bei allen übrigen Süsswasser-*Harpacticiden* zu beobachtende Verhältnisse bedingen dies aber.

[5] Teil I, p. 17.

Die dorsale Furkalfläche trägt gleichfalls jene „geknöpfte Borste", wie eine solche bei den anderen deutschen *Harpacticiden* auftritt. Sie ist aber hier weit nach innen, fast bis an den Innenrand gerückt. Der Aussenrand ist mit zwei zarten Borsten und einem sehr kräftigen Dorne bewehrt. Der Dorn ist in einem Einschnitte des Furkalrandes inseriert, meist mit zwei Reihen feinster Nebendornen bewehrt und an der Spitze stets gespalten. Die untere der beiden Borsten übertrifft die andere bedeutend an Länge. An den Einlenkungsstellen dieser Anhänge und der innersten Apikalborste treten noch regelmässig einige kleine Nebendornen auf.

Die Vorderantennen sind in beiden Geschlechtern sehr kurz und werden zu einem grossen Teile von dem Rostrum überdeckt. Die intensive Braunfärbung der ersten Segmente und die ausserordentliche Durchsichtigkeit der anderen Abschnitte lassen den Beobachter nur schwer über die Gliederung ins Klare kommen.

Die Antennen des Weibchens (Taf. VIII, Fig. 10) sind von ganz auffallender Stärke, und, wie ich sicher glaube gesehen zu haben, aus acht Segmenten zusammengesetzt. Die ersten drei Glieder sind stark gebräunt. Das erste trägt — was wegen der Übereinstimmung mit den anderen deutschen Arten besonders beachtenswert ist — eine gefiederte Borste. Am Aussenrande des dritten Segments befindet sich ein etwas gebogener, sehr starker Chitinhaken, dessen Spitze stets gespalten ist. Das vierte Glied trägt einen weit über das Endglied reichenden Sinneskolben, und am siebenten ist eine kurze, dornförmige Borste zu beobachten. Sonst sind die einzelnen Glieder, wie sich am besten aus der Zeichnung ergiebt, noch mit Borsten von verschiedener Länge und Stärke besetzt. Einige dieser Borsten sind deutlich befiedert. Auffallender Weise fehlt der Spitze des Endsegments ein Sinneskolben; nur zwei verschieden lange Borsten habe ich an dieser Stelle stets konstatieren können.[1])

Die Vorderantennen des Männchens (Taf. VIII, Fig. 11) bestehen nur aus sechs Gliedern. Die ersten drei sind so gebaut wie beim Weibchen; die Trennung des zweiten und dritten aber ist hier noch undeutlicher. Das vierte Segment, welches dem vierten bis fünften Gliede der weiblichen Antennen homolog ist, ist stark aufgeschwollen, in seiner Basalpartie ebenso gebräunt wie die vorhergehenden Glieder und mit dem grossen Sinneskolben ausgerüstet. Die beiden letzten Glieder sind etwas verlängert. Dem letzten fehlt gleichfalls ein Sinneskolben. Die Beborstung habe ich geringer gefunden als im anderen Geschlechte.

Die Hinterantennen (Taf. VIII, Fig. 12) sind, besonders mit Hinzurechnung der langen Terminalborsten, viel länger als die des ersten Paares.[2]) Der Haupast besteht aus drei kräftigen und langgestreckten Segmenten. Das erste zeigt keine Bewehrung; das zweite ist nur an seinem Aussenrande mit einigen feinen Härchen besetzt; das dritte dagegen ist stark mit kräftigen Dornen und Stacheln bewaffnet. Im speziellen sind die Bedornungsverhältnisse des letzten Gliedes folgende: Am Aussenrande findet sich eine nach der unteren apikalen Ecke umbiegende Reihe kräftiger Dornen, von welchen zwei besonders stark und gross sind. Der grössere von beiden trägt kräftige Nebendornen auf der äusseren Seite; der kürzere erscheint etwas unterhalb seiner Spitze gespalten, eine Erscheinung, welche dadurch zustande kommt, dass der hier entspringende Nebendorn sich nicht vom Hauptdorne abschnürt. Das apikale Ende ist mit fünf sehr kräftigen, dornartigen Borsten bewehrt, welche nach aussen wieder starke und lange Nebendorne tragen. Zwei dieser Borsten sind von besonderer Länge: ihre zarten Endabschnitte sind ein wenig nach aussen gebogen und — ich konnte dies nur an der oberen Borste konstatieren — an der Innenseite hierselbst mit sehr zarten Dörnchen besetzt.

---

[1]) Richards Zeichnung der (weiblichen) Vorderantenne ist nicht ganz genau. Hervorheben will ich nur, dass dieser Forscher den grossen Sinneskolben des vierten Segments übersehen und auch die Spaltung des Hakens am dritten Gliede nicht beobachtet hat. Seine Meinung, dass der Haken eine Modifikation des Sinneskolbens sei, ist also eine irrige.

Betreffs dieser Verhältnisse bei der schwedischen Form cf. p. 92.

[2]) Das Grössenverhältnis ergiebt sich am besten durch einen Vergleich der Figuren 11 und 12, welche beide nach derselben Vergrösserung gezeichnet sind.

Der Nebenast, welcher am ersten Hauptastsegmente eingelenkt ist, ist dreigliedrig[1]) und sehr lang gestreckt. Das zweite Glied ist das kürzeste, das Endglied das längste. Ersteres trägt an seiner Aussenseite eine zarte bis zur distalen Spitze des Endsegments reichende, befiederte Borste; letzteres ist an der Spitze mit zwei kräftigen Borsten von ungleicher Länge bewehrt, welche nach aussen einige Nebendornen tragen. Vor der unteren apikalen Ecke des Endgliedes stehen oft noch einige zarte Härchen.

Die Mundwerkzeuge unterscheiden sich in ihrem Bau ganz wesentlich von denselben Extremitätenpaaren der drei vorher charakterisierten Genera.

Das Labrum (Taf. VIII, Fig. 13) hat, von unten, d. h. bei einem auf dem Rücken liegenden Tiere betrachtet, die Form eines Kegels; von der Seite gesehen dagegen, erscheint es als eine starke halbkugelförmige Hervorragung, deren untere Partie mit vielen nach unten gerichteten Chitinzähnchen besetzt ist. Es ist stark braun gefärbt; nur einige kreisförmige Flecken haben ein helleres Kolorit.

Die Mandibel (Taf. VIII, Fig. 14) besteht aus einem fast rechteckig gestalteten, stark chitinisierten Hauptteile.[2]) Der Kauteil, nach unten lippenförmig erweitert und daselbst nur wenig braun gefärbt, ist in mehrere spitze und einige stumpfe Zähne gespalten.

Der Taster ist mächtig entwickelt und besteht aus zwei Ästen. Der starke Hauptast ist zweigliedrig. Das erste Glied desselben trägt am Innenrande einige Haare und an seiner inneren oberen Ecke drei Borsten.[3]) Das zweite Glied trägt in zwei Einschnitten des Innenrandes drei und am Ende sechs lange Borsten, von welchen einige gefiedert sind. Der Aussenrand ist mit einigen zarten Haaren besetzt. Der Nebenast, welcher an der äusseren apikalen Ecke des ersten Hauptastsegments eingelenkt ist, besteht nur aus einem kurzen Gliede, das drei verschieden lange Borsten trägt, von welchen die dem Innenrande angehörige befiedert und am stärksten ist.

Die Maxille (Taf. VIII, Fig. 15): Der Kauteil, welcher mit einigen relativ langen und gebogenen Chitinzähnchen besetzt ist, ist deutlich vom Hauptteile abgesetzt. Der Palpus ist zweigliedrig. Das erste, kurze Segment trägt an seiner unteren distalen Ecke eine Borste. Das zweite zeigt an seinem Oberrande einen Vorsprung, der mit zwei breiten Borsten bewehrt ist. Ausserdem trägt es auf einer etwas hervorspringenden Partie[1]) drei starke und neben diesen ca. sechs kürzere Borsten. Sämtliche Borsten sind befiedert: die erwähnten breiten und starken Borsten im besonderen Masse.

---

[1]) Richard hat das zweite, schwer zu unterscheidende Glied übersehen; er giebt deshalb den Nebenast auch nur zweigliedrig an.

[2]) Am Oberrande des Hauptteils soll nach Richard eine Borste entspringen. Eine solche ist nicht vorhanden. Richard hat sich — wie ich annehmen muss — durch den oberen farblosen Rand täuschen lassen.

[3]) Die gleichmässige Bewehrung des Innenrandes mit sechs oder sieben Borsten, wie Richard angiebt, ist nicht richtig.

Der erste Maxillarfuss (Taf. VIII, Fig. 16) besteht aus fünf Segmenten, von welchen die beiden ersten sehr gross, die drei letzteren nur klein und schwer unterscheidbar sind. Das erste Glied trägt an seinem Oberrande drei Hervorragungen. Die erste trägt vier, jede der beiden anderen drei Borsten. Sämtliche Borsten sind kurz und breit und haben starke, einseitige Befiederung. An dem stark hervorspringenden Oberrande des zweiten Segments stehen drei Borsten, von welchen sich eine durch Stärke und Befiederung auszeichnet. Jedes der beiden folgenden, sehr kurzen Glieder trägt eine etwas gebogene, zum Festhalten eingerichtete, einseitig stark befiederte, dornartige und eine feine, unbewehrte Borste. Das Endglied scheint länger zu sein als die beiden vorhergehenden. Es ist an seinem Ende mit drei Borsten versehen.[2])

Der zweite Maxillarfuss (Taf. VIII, Fig. 17) ist aus drei Segmenten zusammengesetzt. Das erste, kurze Glied ist an der äusseren distalen Ecke etwas verlängert und trägt an der entgegengesetzten Seite eine sehr lange, stark chitinisierte Borste, welche in ihrer unteren Hälfte nach innen mit starken Chitinzähnchen, an den übrigen Stellen mit zarten Haaren besetzt ist. Das zweite Segment ist sehr volluminös, am Aussenrande mit einem Besatze sehr langer Haare und auf seiner Oberseite, nahe dem Innenrande, mit einer Längsreihe kleiner Dornen versehen. Neben der Insertionsstelle des dritten, kurzen Segments ist an der inneren distalen Ecke dieses Gliedes ausserdem noch eine stark chitinisierte Borste eingelenkt, welche nach innen eine Reihe starker Chitinzähnchen trägt. Das dritte Glied ist an seiner Spitze mit einer langen, zarten, nackten (?) und auf einer Einkerbung des Aussenrandes mit einer kürzeren, zartbefiederten Borste versehen.[3])

Die Schwimmfüsse (Taf. VIII, Fig. 18 u. 19) aller Paare sind bis aut geringe Abweichungen in beiden Geschlechtern übereinstimmend gebaut. Das erste Fusspaar zeigt durchaus keine Anklänge an einen Greiffuss, wie solcher in mehr oder in weniger ausgebildetem Grade bei den vorher charakterisierten Gattungen anzutreffen ist. Hervorzuheben ist ferner, dass das zweite Basalsegment aller Füsse nach aussen eine Borste trägt, während bei den übrigen (deutschen) Formen eine solche nur den beiden letzten Paaren zukommt, an den beiden ersten aber sich an dieser Stelle je ein kräftiger Dorn befindet, und dass wie bei jenen Arten sich auch hier an der inneren distalen Ecke nur des ersten Fusspaares ein kräftiger Dorn vorfindet.[4])

Die dreigliedrigen Innenäste aller Fusspaare sind länger und breiter als ihre Aussenäste. Die Bewehrung ist überall die gleiche. Am ersten und zweiten Gliede findet sich je eine mit wenigen

---

[1]) Richard fasst diese Partie als drittes Segment auf. Eine deutliche Abgrenzung hat er jedoch nicht konstatieren können. Da ich eine Grenze, nicht einmal eine undeutliche, jemals beobachten konnte, so bin ich nicht imstande, ihm in diesem Punkte zu folgen.

[2]) Die Zeichnung Richards ist nicht sehr genau; die meinige dürfte den thatsächlichen Verhältnissen schon bei weitem näher kommen.

[3]) Die Bewehrung des zweiten Segments, die Längen und Befiedernng der einzelnen Borsten giebt Richard etwas abweichend an.

[4]) Richard giebt in seiner Fig. 8 auch für das zweite Paar einen solchen Dorn an; das ist sicher ein Irrtum.

Fiedern versehene, zarte Innenrandborste. Das dritte Glied trägt zwei Innenrandborsten und drei[1] kräftige Apikalstacheln von verschiedener Länge. Die letzteren sind ebenso wie sämtliche Stacheln des Aussenastes nur am äusseren Rande mit kräftigen Fiederdornen versehen, welche wegen ihrer oft (jedoch nicht in allen Fällen — vgl. d. Figuren) zu beobachtenden Verschmelzung ein besonderes Interesse beanspruchen. Der Aussenrand trägt Dornenbesatz.

Die dreigliedrigen Aussenäste sind, wie bereits erwähnt, kürzer und schmaler als ihre Innenäste. Der Aussenast des ersten Paares überragt das zweite Innenastglied nur wenig; der des zweiten Paares reicht etwa bis zur Mitte des dritten Innenastsegments, und die Aussenäste des dritten und vierten Paares sind noch ein wenig länger. Das erste und zweite Glied jedes Paares trägt je einen Aussenranddorn, das dritte deren je drei. Dem ersten Segmente des ersten Fusspaares fehlt die Innenrandborste, während eine solche an allen übrigen Fusspaaren zu beobachten ist. Das zweite Glied aller Paare, also auch das des ersten, trägt eine Innenrandborste. Am dritten Segmente tritt am ersten Fusspaare eine Innenrandborste auf; am zweiten dagegen sind deren zwei und am dritten und vierten deren je drei zu beobachten. Sämtliche Innenrandborsten sind sehr zart und ohne Befiederung; nur die mittlere Innenrandborste am vierten Fusspaare ist stark chitinisiert, länger als die übrigen und an der Spitze etwas gebogen, eine Erscheinung, welche bei den übrigen deutschen *Harpacticiden* gleichfalls zu beobachten ist. Die Spitzen der dritten Segmente sind mit je zwei kräftigen Dornen von verschiedener Länge ausgerüstet. Die Aussenränder aller Segmente tragen systematisch unwichtigen Dornenbesatz.

Die Füsse des fünften Paares sind zweigliedrig und in beiden Geschlechtern einander sehr ähnlich. Beim Weibchen (Taf. VIII, Fig. 20) sind die Basalsegmente beider Füsse nicht miteinander verschmolzen und nur am oberen, äusseren Rande an der Cuticula des fünften Cephalothoraxsegments eingelenkt. Die innere und äussere Partie sind stark verlängert, so dass der untere Rand eine stark konkave Biegung zeigt. Am Ende der inneren Partie stehen zwei stark chitinisierte Borsten von verschiedener Länge, deren Endabschnitte mit Fiederdornen besetzt sind. Die Spitze der äusseren Partie trägt eine kurze, zarte Borste. Über die Oberfläche des Segments ziehen sich einige Reihen feiner Dornen, deren Anordnung nicht konstant ist. Das zweite Glied ist langgestreckt und mit vier kräftigen, ebenfalls mit feinen Fiederdornen besetzten Borsten bewehrt. Zwei dieser Borsten, eine kürzere innere und eine grössere äussere, sind an der Spitze kleiner, konischer Verlängerungen des Segments eingelenkt. Die dritte, mittellange Borste steht in einer Einkerbung des Aussenrandes und die vierte auf dem Segmente schräg über der letzteren. An der Basis dieser Borsten treten oft noch winzige Dornen auf.

Das fünfte Fusspaar des Männchens (Taf. VIII, Fig. 21) ist — wie erwähnt — sehr ähnlich gebaut; Abweichungen erstrecken sich nur auf die Basalsegmente. Zunächst ist zu bemerken, dass dieselben (genau wie in der Subfamilie *Canthocamptinae*) zum grössten Teile mit einander verschmolzen sind. Die Verschmelzung erstreckt sich aber hier auch noch auf die Cuticula des fünften Cephalothoraxsegments und ist so innig, dass eine Grenze zwischen dieser und dem fünften Fusspaare nicht mehr sichtbar ist.[2] Einige Querreihen kleiner Dornen dürften wohl, analog den Verhältnissen des

---

[1] Den dritten, kürzesten Stachel kann man auch — wie am Aussenaste — als dem Aussenrande zugehörig bezeichnen.

[2] Diese interessante Erscheinung wird von Richard nicht erwähnt.

entsprechenden männlichen Fusspaares, zum grössten Teile nicht der Cuticula des Cephalothoraxsegments sondern den Basalgliedern zuzurechnen sein.

Die Spermatophore habe ich ebensowenig wie Richard beobachten können.

Die Eiballen sind relativ gross und bestehen aus ca. 8—12 Eiern.

Weiblicher Genitalapparat: Den anatomischen Bau habe ich nicht untersuchen können, da mir nur in Alkohol konserviertes Material vorlag. Er muss aber in verschiedener Beziehung von dem der *Canthocamptus*-Arten abweichen; denn auf der Unterseite des weiblichen Genitalsegments, des ersten Abdominalschnittes, lässt sich nur eine einzige Öffnung (statt deren drei bei *Canthocamptus*) nachweisen (Taf. VIII, Fig. 5). Unterhalb dieser Öffnung befindet sich eine gebogene, in ihren feineren Formen mannigfach variierende Chitinspange. Die Ovidukte erstrecken sich in zwei unverzweigten Stämmen bis in das letzte Abdominalsegment.

Die Farbe des Tieres ist ein charakteristisches Gelbbraun, welches seinen Sitz fast in der gesamten Cuticula des Körpers hat und das Tier fast vollkommen undurchsichtig macht. Das Rostrum und die angrenzende Partie des ersten Rückenschildes sind aber ganz farblos. Auch die ersten Segmente der Vorderantennen und die meisten Partien der übrigen Extremitätenpaare sind teils mehr, teils weniger dunkel gefärbt.

Das Auge fehlt nach Richards Untersuchungen bei beiden Geschlechtern. Wegen Mangel an lebendem Materiale konnte ich diese sicher unzweifelhafte Angabe des gewissenhaften Forschers nicht kontrollieren. Seine Ansicht dagegen, dass diese Art unterirdisch lebe und in die Seen des Bois de Boulogne, wo er sie gefunden hat, nur durch einen artesischen Brunnen gelangt sei, ist durch das in Deutschland konstatierte

Vorkommen im See von Dobersdorf bei Kiel[1]) hinfällig geworden, da hier ähnliche Verhältnisse wie in jenen Gewässern nicht in Betracht kommen. „Denn die Augenlosigkeit vieler Crustaceen kann“, wie Mrázek in seiner hochinteressanten, jüngsten Arbeit[2]) sagt, „nicht kurzweg als durch den Aufenthalt in der Dunkelheit verursacht erklärt werden, sondern es werden dabei sicher auch noch andere, freilich noch unbekannte, biologische Bedingungen mitwirken.“

Grösse: ♀ ca. 0,5 mm[3]) ♂ ca. 0,4 mm (ohne die Apikalborsten der Furka).

Leichte Erkennungsmerkmale siehe oben unter „Körperform“.

---

[1]) Das Material aus diesem Gewässer verdanke ich den liebenswürdigen Bemühungen des Herrn Dr. Apstein. Da dasselbe zu eingehender Bearbeitung der Species aber nicht ausreichte, so hatte Herr Dr. Richard die Güte, mir weiteres Material zuzustellen.

[2]) Mrázek, Beitr. z. Kenntn. der *Harpacticidenfauna* des Süsswassers. p. 106.

[3]) Richard: „La femelle adulte mesure environ 1 mm aves les soies de la furca et de 0,75 mm à 0,80 mm sans ces soies.“ Richard giebt also die Länge des Weibchens bedeutend grösser an als ich. Da ich die Tiere, nach welchen meine Masse (und zwar mittelst eines Zeissschen Mikrometers, in dessen Genauigkeit ich keinen Zweifel setze) genommen sind, der Güte des Herrn Dr. Richard selbst verdanke, so kann ich nur annehmen, dass sich dieser Forscher in diesem Punkte geirrt hat.

Alphabetisches Verzeichnis der behandelten oder nur erwähnten Copepoden-Arten (-Varietäten).[1]

Seiten
Amymone baccha O. F. Müller 18
„ satyra O. F. Müller 18
Attheyella cryptorum Brady 62
„ spinosa Brady 38
Bradya Edwardsi Richard 92
„ limicola Herrick 92
Canthocamptus bidens n. sp. 6 **73**
„ Borcherdingii Poppe 61
„ crassus Sars 6 **37**
„ cuspidatus mihi 68
„ elegantulus Fischer 61
„ fontinalis Rehberg 6 **57**
„ gracilis Poppe 7 86
„ gracilis Sars 15 86
„ hibernicus Brady 7 78
„ horridus Fischer 6 37 **43**
„ lucidulus Rehberg 31
„ Mareoticus Fischer 61
„ minutus Claus (v. Daday, Richard, Ulianin) 6 **31**
„ minutus O. F. Müller (Baird, Lilljeborg etc.) 18 19
„ minutus var. occidentalis Herrick . . . 19
„ northumbricus Brady 6 **48**
„ northumbricus var. americana Herrick . 48
„ pygmaeus Sars 6
„ rhäticus mihi 68

Seiten
Canthocamptus staphylinus Jurine 6 **17**
„ trispinosus Brady 6 **53**
„ Zschokkei mihi 6 **70**
Canthocarpus minutus Fischer 17
Cyclopsine alpestris Vogt 20
Delavalia reflexa Brady und Robertson 93
Doris minuta Koch 20
Ectinosoma atlanticum Brady und Robertson 93
„ curticorne Boek 93
„ Edwardsi Richard 6 **92**
„ erythrops Brady 93
„ fuscum Lilljeborg 92
„ gothiceps Giesbrecht 93
„ Sarsii Boek 93
„ spinipes Brady 93
Mesochra, Gen. 15
Nauplius bracteatus O. F. Müller 18
Nitocra hibernica Brady 6 **78**
„ oligochaeta Giesbrecht 9 11 78
„ spinipes Boek 78
„ tau Giesbrecht 9 11 78
„ typica Boek 78
Ophiocamptus brevipes Sars 9 85 86
„ Poppei Mrázek 9 85
„ Sarsii Mrázek 6 **86**

---

[1] Vergl. hierzu die „Vorbemerkungen“ an derselben Stelle des 1. Teiles dieser Arbeit. (p. 189.)

Inhalts-Verzeichnis.

Seite
Bemerkung über die beiden im Faunengebiete vertretenen Subfamilien der Harpacticiden 5
Verzeichnis der in den süssen Gewässern Deutschlands bis jetzt nachgewiesenen Subfamilien, Genera und Arten . . 6
A. Subfamilie Canthocamptinae Brady 7
I. Gen. Canthocamptus Westwood 15
Analytische Tabelle zum Bestimmen der bis jetzt bekannten deutschen Canthocamptus-Arten 16
1. Canthocamptus staphylinus Jurine 17
2. Canthocamptus minutus Claus 31
3. Canthocamptus crassus Sars 37
3a. Canthocamptus horridus Fischer 43
4. Canthocamptus northumbricus Brady 48
5. Canthocamptus trispinosus Brady 53
6. Canthocamptus fontinalis Rehberg 57
7. Canthocamptus pygmaeus Sars 61
8. Canthocamptus Zschokkei mihi 70
9. Canthocamptus bidens n. sp. 73
II. Gen. Nitocra Boek 77
10. Nitocra hibernica Brady 78
III. Gen. Ophiocamptus Mrázek 85
11. Ophiocamptus Sarsii Mrázek 86
B. Subfamilie Longipediinae Boek 91
IV. Gen. Ectinosoma Boek 91
12. Ectinosoma Edwardsi Richard 92
Alphabetisches Verzeichnis der behandelten oder nur erwähnten Copepoden-Arten(-Varietäten) 101

Tafel I.

Taf. I.

Canthocamptus staphylinus Jurine. (p. 17.)

Fig. 1. Die beiden letzten Abdominalsegmente und die Furka, dorsale Seite. (♂) Obj. C. Oc. 3.
„ 2. Dornartige Verlängerung der distalen Ecke des letzten Abdominalsegments. (♀) Obj. F. Oc. 2.
„ 3. Dorsale Furkalborste; um die Gliederung des Basalteils zu zeigen. Obj. F. Oc. 2.
„ 4. Eine der beiden Genitalklappen des Männchens. Obj. D. Oc. 3.
„ 5. Vorderantenne des Weibchens. Obj. C. Oc. 3.
„ 6. Vorderantenne des Männchens. Obj. D. Oc. 2.
„ 7. Hinterantenne (♀). Obj. D. Oc. 2.
„ 8. Mandibel (♂). Obj. D. Oc. 3.
„ 9. Maxille (♂). Obj. D. Oc. 3.
„ 10. Erster Maxillarfuss (♂). Obj. D. Oc. 3.
„ 11. Zweiter Maxillarfuss (♀). Obj. D. Oc. 2.
„ 12. Schwimmfuss des ersten Paares (♀). Obj. C. Oc. 2.
„ 13. Fuss des zweiten Paares vom Weibchen. Obj. C. Oc. 2.
„ 14. Endabschnitt einer Innenrandborste dieses Fusspaares, um die charakteristische Befiederung zu zeigen.
„ 15. Innenast desselben Fusspaares vom Männchen. Obj. D. Oc. 2.
„ 16. Innenast des dritten männlichen Fusspaares. Obj. D. Oc. 2.
„ 17. Fuss des vierten Paares vom Weibchen. Obj. C. Oc. 2.
„ 18. Innenast desselben Fusspaares vom Männchen. Obj. D. Oc. 2.
„ 19. Fünfter Fuss vom Weibchen. Obj. D. Oc. 2.
„ 19a. Zweites Segment desselben Fusses; abweichende Form und Bewehrung. (Nach einem aus dem Schulensee stammenden Exemplare.) Obj. D. Oc. 2.
„ 20. Fünfter Fuss des Männchens. Obj. D. Oc. 2.

Taf. I.

13
15
1
18
17
4
3
16
6
5
12
11
14
9
8
10
19
19a
7
2
20

O. Schmeil del.

Artist. Anst. v. Th. Fischer, Cassel.

Tafel II.

Taf. II.

Canthocamptus minutus Claus. (p. 31.)

Fig. 1. Die beiden letzten Abdominalsegmente und die Furka eines Weibchens; dorsale Seite. Obj. D. Oc. 2.
„ 1a. Furkalzweig eines Weibchens von der Seite gesehen. Obj. D. Oc. 3.
„ 2. Die beiden letzten Abdominalsegmente und die Furka eines Männchens, ventrale Seite. Obj. D. Oc. 3.
„ 3. Bewehrung der Genitalklappe des Männchens. Obj. F. Oc. 2.
„ 4. Vorderantenne des Männchens. Obj. D. Oc. 3.
„ 5. Nebenast der Hinterantenne (♀). Obj. D. Oc. 3.
„ 5a. Mandibularpalpus (♀). Obj. F. Oc. 2.
„ 6. Schwimmfuss des ersten Paares (♂). Obj. D. Oc. 3.
„ 7. Innenast eines Schwimmfusses des zweiten Paares vom Männchen. Obj. D. Oc. 3.
„ 8. Schwimmfuss des dritten Paares vom Männchen. Obj. D. Oc. 3.
„ 9. Innenast desselben Fusses vom Weibchen. Obj. D. Oc. 2.
„ 10. Schwimmfuss des vierten Paares vom Weibchen. Obj. D. Oc. 2.
„ 11. Innenast desselben Fusspaares vom Männchen. Obj. D. Oc. 3.
„ 12. Fuss des fünften Paares vom Weibchen. Obj. D. Oc. 3.
„ 13. Derselbe Fuss des Männchens. Obj. F. Oc. 2.
„ 14. Form der Spermatophore. Obj. D. Oc. 2.

Canthocamptus northumbricus Brady. (p. 48.)

Fig. 15. Die beiden letzten Abdominalsegmente und die Furka eines Weibchens; ventrale Seite. Obj. C. Oc. 3.
„ 16. Seitliche Partie der dorsalen Chitinplatte des dritten Cephalothoraxsegments (♀). Obj. D. Oc. 2.
„ 17. Analoperkulum (♀). Obj. F. Oc. 2.
„ 18. Nebenast der Hinterantenne (♀). Obj. D. Oc. 2.
„ 19. Schwimmfuss des ersten Paares (♀). Obj. C. Oc. 3.
„ 20. Innenast des dritten Schwimmfusspaares vom Männchen. Obj. D. Oc. 2.
„ 21. Schwimmfuss des vierten Paares vom Weibchen. Obj. C. Oc. 3.
„ 22. Die beiden Borsten neben der Geschlechtsöffnung des Weibchens. Obj. D. Oc. 3.

Taf. II.

6
13
2
12
8
3
10
15
1
9
7
22
4
11
5a
18
1a
5
19
14
16
21
20
17

O. Schmeil del.

Artist. Anst. v. Th. Fischer, Cassel.

Tafel III.

Taf. III.

Canthocamptus trispinosus Brady. (p. 53.)

Fig. 1. Weibchen und Männchen in Copulation. Obj. A. Oc. 2.
„ 2. Ein Teil der dorsalen Chitinplatte des ersten Cephalothoraxsegments, um die Struktur der Oberfläche zu zeigen. Obj. C. Oc. 3.
„ 3. Die beiden letzten Abdominalsegmente und die Furka des Weibchens, dorsale Seite. Obj. C. Oc. 3.
„ 3a. Furka von der Seite. Obj. D. Oc. 2.
„ 4. Letztes Abdominalsegment und Furka des Männchens, ventrale Seite. Obj. D. Oc. 2.
„ 4a. Furka von der Seite. Obj. D. Oc. 2.
„ 5. Mittlerer und Endabschnitt der Vorderantenne des Männchens. Obj. D. Oc. 3.
„ 6. Innenast des zweiten Schwimmfusspaares vom Männchen. Obj. D. Oc. 2.
„ 7. Ein Fuss des dritten Paares vom Männchen. Obj. D. Oc. 2.
„ 8. Innenast des vierten Schwimmfusspaares vom Männchen. Obj. D. Oc. 2.
„ 9. Ein Fuss des fünften Paares vom Weibchen. Obj. D. Oc. 2.
„ 10. Derselbe Fuss des Männchens. Obj. D. Oc. 3.
„ 11. Spermatophore. Obj. D. Oc. 2.

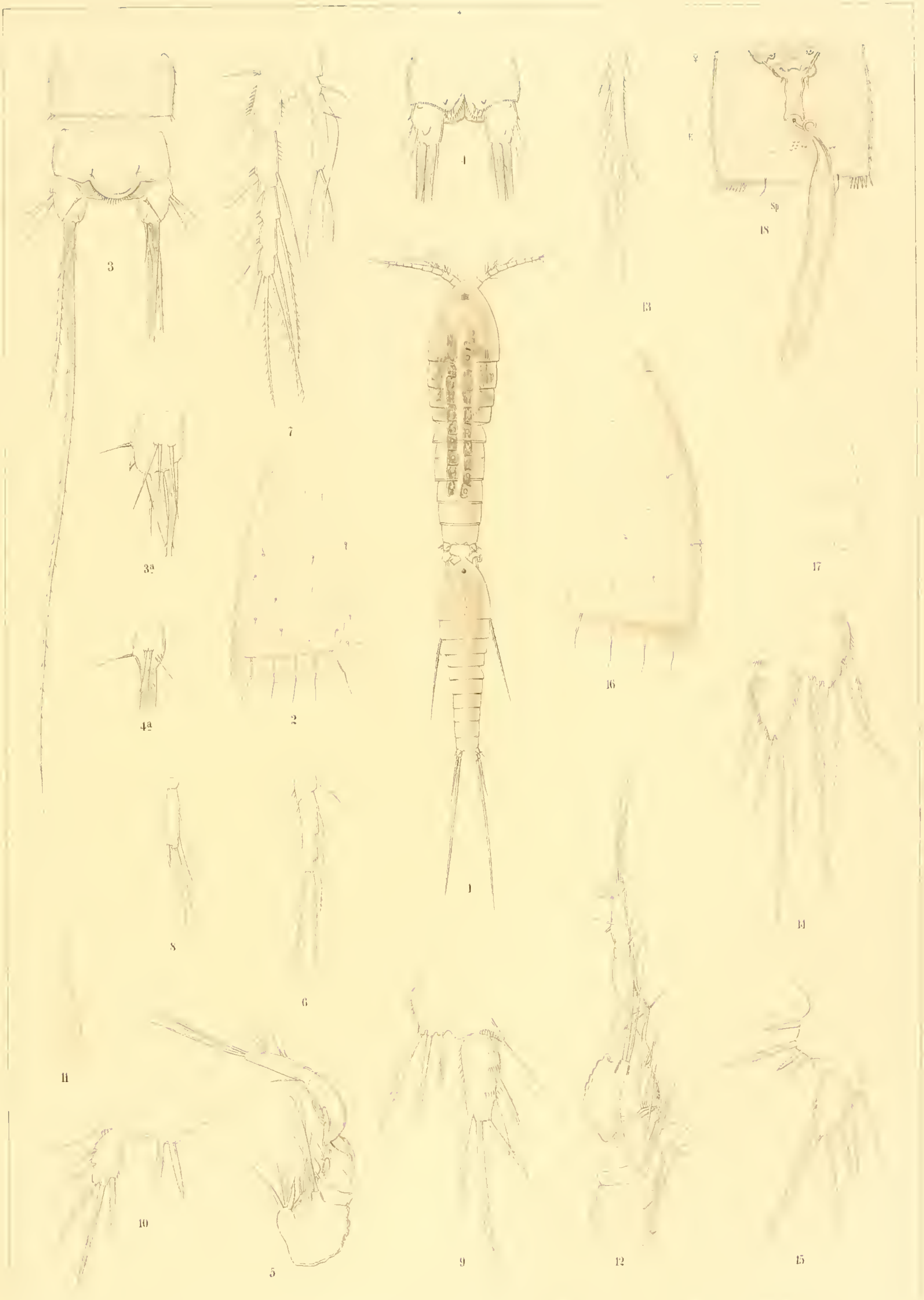
Canthocamptus northumbricus Brady. (p. 48.)

Fig. 12. Vorderantenne des Männchens. Obj. D. Oc. 3.
„ 13. Innenast des zweiten Schwimmfusspaares vom Weibchen. Obj. C. Oc. 3.
„ 14. Ein Fuss des fünften Paares vom Weibchen. Obj. D. Oc. 2.
„ 15. Derselbe Fuss des Männchens.

Canthocamptus staphylinus Jurine. (p. 17.)

Fig. 16. Ornamentik eines Teiles der dorsalen Chitinplatte des ersten Cephalothoraxsegments. Obj. C. Oc. 3.
„ 17. Seitliche Partien des zweiten und dritten Cephalothoraxsegments; um die Form der hinteren Ecken zu zeigen. Obj. C. Oc. 2.
„ 18. Ventrale Seite des ersten Abdominalsegments mit der am Porus haftenden Spermatophore. ♀ = Geschlechtsöffnung; P = Porus; K = Kittsubstanz; Sp = Spermatophore. Obj. C. Oc. 3.

Taf. III.


3
7
4
13
♀
Sp
18
1
3a
2
16
17
4a
14
8
6
11
10
5
9
12
15

O. Schmeil del.
Artist. Anst. v. Th. Fischer, Cassel

Tafel IV.

Taf. IV.

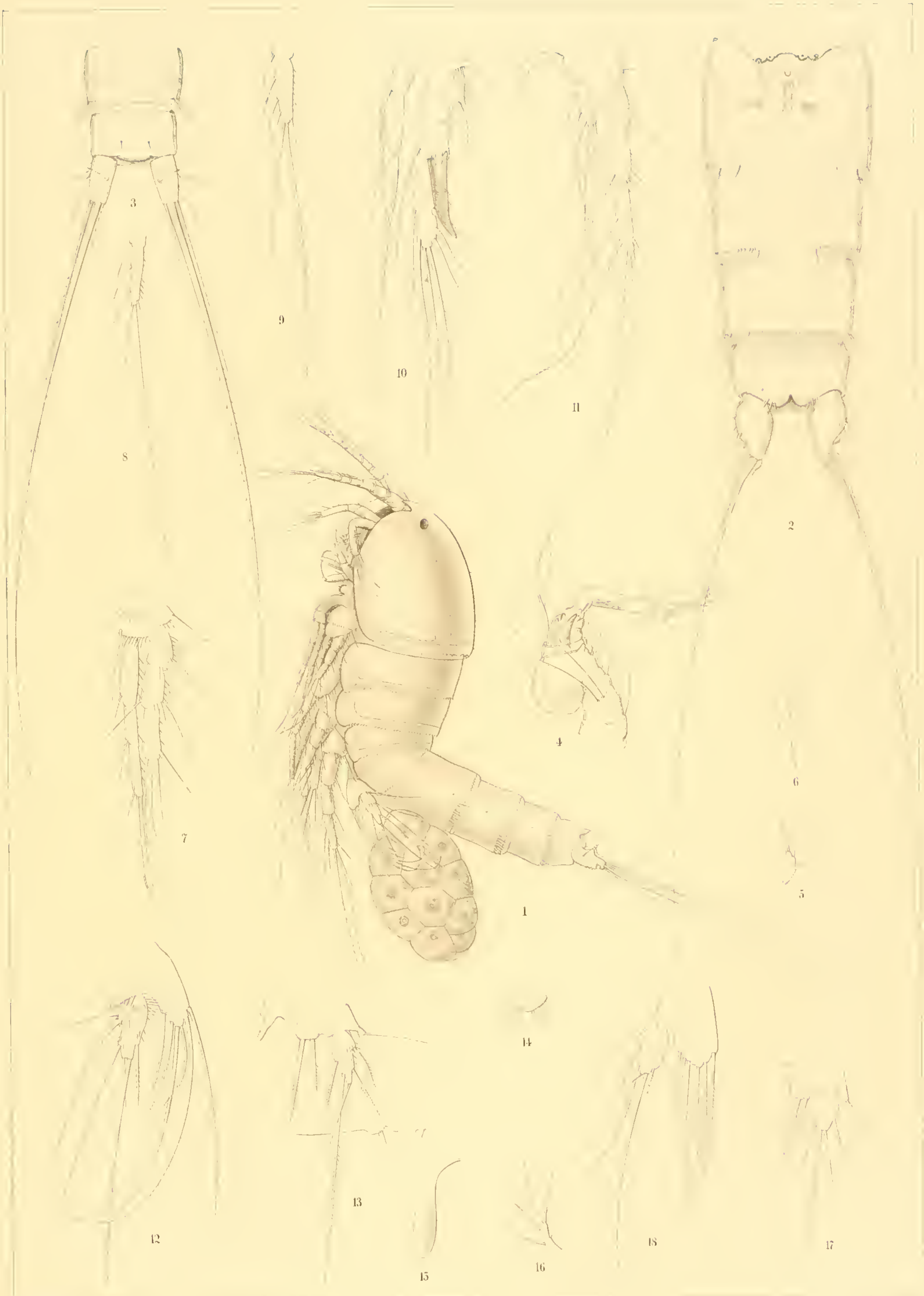
Canthocamptus crassus Sars. (p. 37.)

Fig. 1. Weibchen, von der Seite gesehen. Die Zeichnung stellt ein abgestorbenes Exemplar dar um die charakteristische Haltung zu zeigen, welche Cephalothorax und Abdomen toter Individuen von *Canthocamptus*-Arten zu einander einnehmen. Obj. C. Oc. 2.
„ 2. Abdomen eines Weibchens, ventrale Seite. Obj. D. Oc. 2.
„ 3. Die beiden letzten Abdominalsegmente und die Furka eines Männchens; dorsale Seite. Obj. D. Oc. 2.
„ 4. Vorderantenne des Männchens; Oberseite. Obj. D. Oc. 3.
„ 5. Nebenast der Hinterantennen (♀). Obj. D. Oc. 3.
„ 6. Mandibularpalpus (♂). Obj. F. Oc. 2.
„ 7. Schwimmfuss des ersten Paares (♀). Obj. D. Oc. 3.
„ 8. Innenast des zweiten Fusspaares vom Weibchen. Obj. D. Oc. 2.
„ 9. Innenast des dritten Fusspaares vom Weibchen. Obj. D. Oc. 2.
„ 10. Schwimmfuss des dritten Paares vom Männchen. Obj. D. Oc. 3.
„ 11. Schwimmfuss des vierten Paares vom Weibchen. Obj. D. Oc. 2.
„ 12. Fünfter Fuss des Weibchens. Obj. D. Oc. 2.
„ 13. Fünfter Fuss des Männchens und ein Teil des Hinterrandes des ersten Abdominalsegments, um die Bewehrung der Genitalklappe zu zeigen. Obj. D. Oc. 3.

Canthocamptus Zschokkei mihi. (p. 70.)

Fig. 14. Unpaare Chitinplatte zwischen dem grossen Maxillarfusspaare und dem ersten Paare der Schwimmfüsse (sog. Unterlipppe). Obj. D. Oc. 3.
„ 15. Spermatophore. Obj. D. Oc. 2.
„ 16. Nebenast der Hinterantennen. Obj. D. Oc. 3.
„ 17. Fünfter Fuss des Männchens. Obj. D. Oc. 3.
„ 18. Fünfter Fuss des Weibchens. Obj. D. Oc. 2.

Taf. IV.


3
9
10
11
2
8
1
4
6
7
5
14
12
13
15
16
18
17

O Schmeil del.

Artist Anst v. B. Fischer

Tafel V.

Taf. V.

Canthocamptus pygmaeus Sars. (p. 61.)

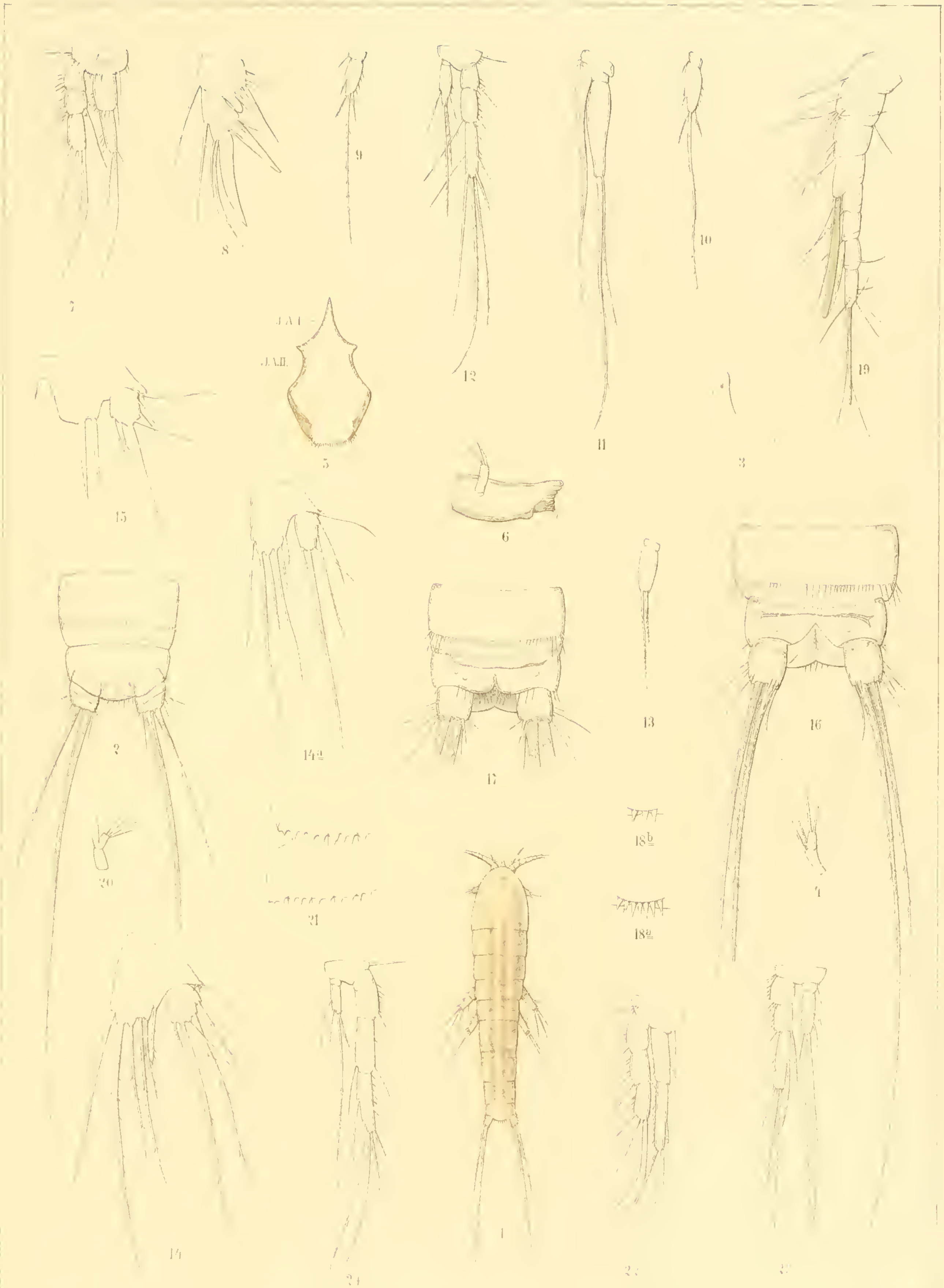
Fig. 1. Weibchen. Obj. A. Oc. 3.
„ 2. Die beiden letzten Abdominalsegmente und die Furka eines Weibchens. Obj. D. Oc. 2.
„ 3. Rostrum von der Seite gesehen. Obj. D. Oc. 2.
„ 4. Nebenast der Hinterantennen. Obj. F. Oc. 2.
„ 5. Chitinplatte, deren Ende als Labrum bezeichnet wird. J A I. = Insertionsstelle der Vorderantennen, J A II. = Insertionstelle der Hinterantennen. Obj. D. Oc. 3.
„ 6. Mandibel mit dem Palpus. Obj. F. Oc. 2.
„ 7. Schwimmfuss des ersten Paares (♀). Obj. D. Oc. 3.
„ 8. Die beiden letzten Aussenastsegmente des zweiten Paares vom Männchen. Obj. F. Oc. 2.
„ 9. Innenast desselben Fusspaares vom Weibchen. Obj. D. Oc. 2.
„ 10. Innenast des dritten Fusspaares vom Weibchen. Obj. D. Oc. 2.
„ 11. Innenast desselben Fusspaares vom Männchen. Obj. F. Oc. 2.
„ 12. Fuss des vierten Paares vom Weibchen. Obj. D. Oc. 2.
„ 13. Innenast desselben Fusspaares vom Männchen. Obj. F. Oc. 2.
„ 14. Fünfter Fuss vom Weibchen. Exemplar aus Pössneck. Obj. D. Oc. 3.
„ 14a. Endglied desselben Fusses nach einem böhmischen Exemplare. Obj. D. Oc. 3.
„ 15. Fünfter Fuss vom Männchen. Obj. F. Oc. 2.

Canthocamptus Zschokkei mihi. (p. 70.)

Fig. 16. Die beiden letzten Adominalsegmente und die Furka eines Weibchens, ventrale Seite. Obj. D. Oc. 2.
„ 17. Dieselben Körperteile des Männchens, ventrale Seite. Die beiden grossen Apikalborsten der Furka sind nicht vollkommen gezeichnet. Obj. D. Oc. 3.
„ 18a. Bewehrung der Analklappe eines Weibchens.
„ 18b. eines Männchens. (Die Zahl der Dornen ist sehr schwankend.) Beide Figuren: Obj. D. Oc. 2.
„ 19. Erste Antenne des Weibchens. Obj. D. Oc. 3.
„ 20. Palpus der Mandibel. Obj. D. Oc. 3.

Canthocamptus bidens n. sp. (p. 73.)

Fig. 21. Seitlicher Teil des Hinterrandes des ersten und seitliche Partie des zweiten Cephalothoraxsegments (♀). Obj. D. Oc. 2.
„ 22. Fuss des ersten Paares (♀). Obj. D. Oc. 3.
„ 23. Fuss des zweiten Paares (♀). Obj. D. Oc. 2.
„ 24. Fuss des vierten Paares (♀). Obj. D. Oc. 2.


7
8
9
12
11
10
19
J.A.I.
J.A.II.
5
15
6
3
14a
2
17
13
16
4
20
21
18b
18a
1
14
24
22
23

[illegible] MARTIN BRUNNER [illegible] KUNSTANSTALT NÜRNBERG

Tafel VI.

Taf. VI.

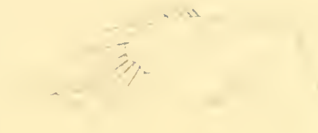
Ophiocamptus Sarsii Mrázek. (p. 86.)

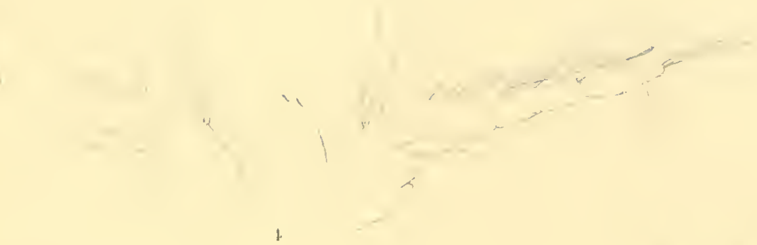
Fig. 1. Weibchen. Obj. C. Oc. 2.
„ 2. Erstes Abdominalsegment des Weibchens, ventrale Seite. Obj. D. Oc. 2.
„ 3. Letztes Abdominalsegment und Furka vom Weibchen, dorsale Seite. Obj. D. Oc. 2.
„ 4. Vorderantenne und Rostrum des Weibchens, von der Unterseite. Obj. F. Oc. 2.
„ 5. Hinterantenne (♀). Obj. F. Oc. 2.
„ 6. Labrum (♂). Obj. F. Oc. 2.
„ 7. Mandibel mit dem Palpus (♀). Obj. F. Oc. 2.
„ 8. Ein Fuss des ersten Paares (♀). Obj. F. Oc. 2.
„ 9. Linker Fuss des vierten Paares vom Weibchen. Obj. F. Oc. 2.
„ 10. Innenast des zweiten Fusspaares vom Männchen. Obj. F. Oc. 2.
Bezüglich dieser Fig. vgl. die Bemerkung auf p. 89, Anm. 2.
„ 11. Innenast des dritten Fusspaares vom Männchen. Obj. F. Oc. 2.
„ 12. Innenast des vierten Fusspaares vom Männchen. Obj. F. Oc. 2.
„ 13. Fuss des fünften Paares vom Weibchen. Obj. F. Oc. 2.
„ 14. Fuss desselben Paares vom Männchen und Bewehrung des Genitaloperkulums. Obj. F. Oc. 2.
„ 15. Seitliche Partie der dorsalen Chitinplatte des zweiten Cephalothoraxsegments; um die Struktur desselben zu zeigen. Obj. F. Oc. 2.
„ 16. Spermatophore. Obj. D. Oc. 2.

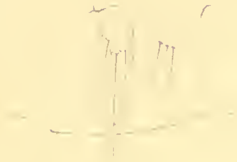
Canthocamptus Zschokkei mihi. (p. 70.)

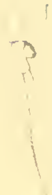
Fig. 17. Ein Schwimmfuss des ersten Paares (♀). Obj. D. Oc. 2.
„ 18. Ein Fuss des zweiten Paares vom Weibchen. Obj. D. Oc. 2.
„ 19. Innenast desselben Fusspaares vom Männchen. Obj. D. Oc. 2.
„ 20. Innenast des dritten Fusspaares vom Männchen. Obj. D. Oc. 3.
„ 21. Ein Fuss des vierten Paares vom Weibchen. Obj. D. Oc. 2.
„ 22. Innenast desselben Fusspaares vom Männchen. Obj. D. Oc. 3.

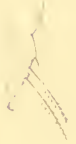
Taf. VI.

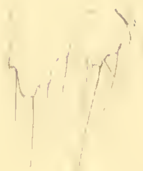

5

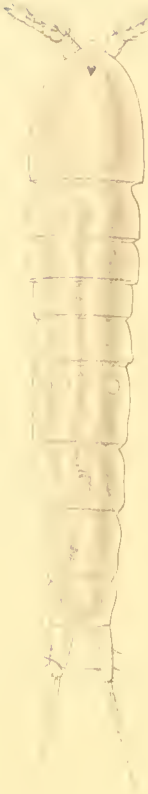

4

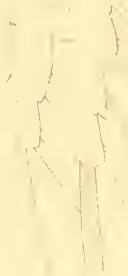

14

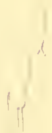

10

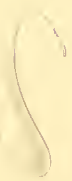

12

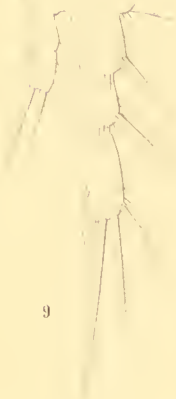

13

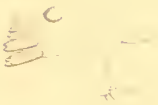

1

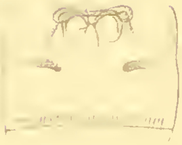

8

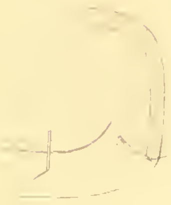

11

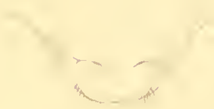

16

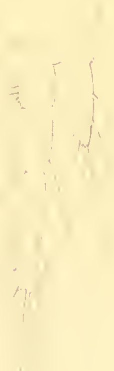

9

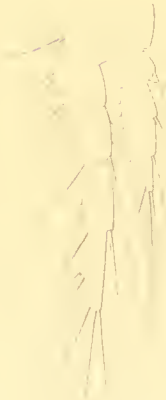

7

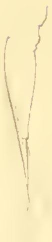

2

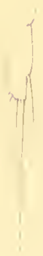

15

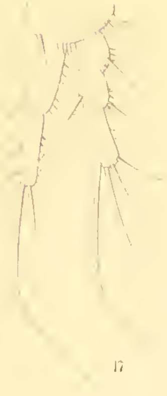

6

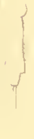

21

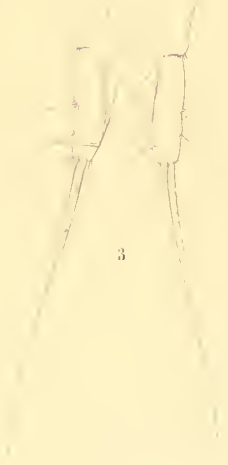

18


20


22


17


19


3

O. Schmeil del.

Artist. Anst. v. Th. Fischer, Cassel

Tafel VII.

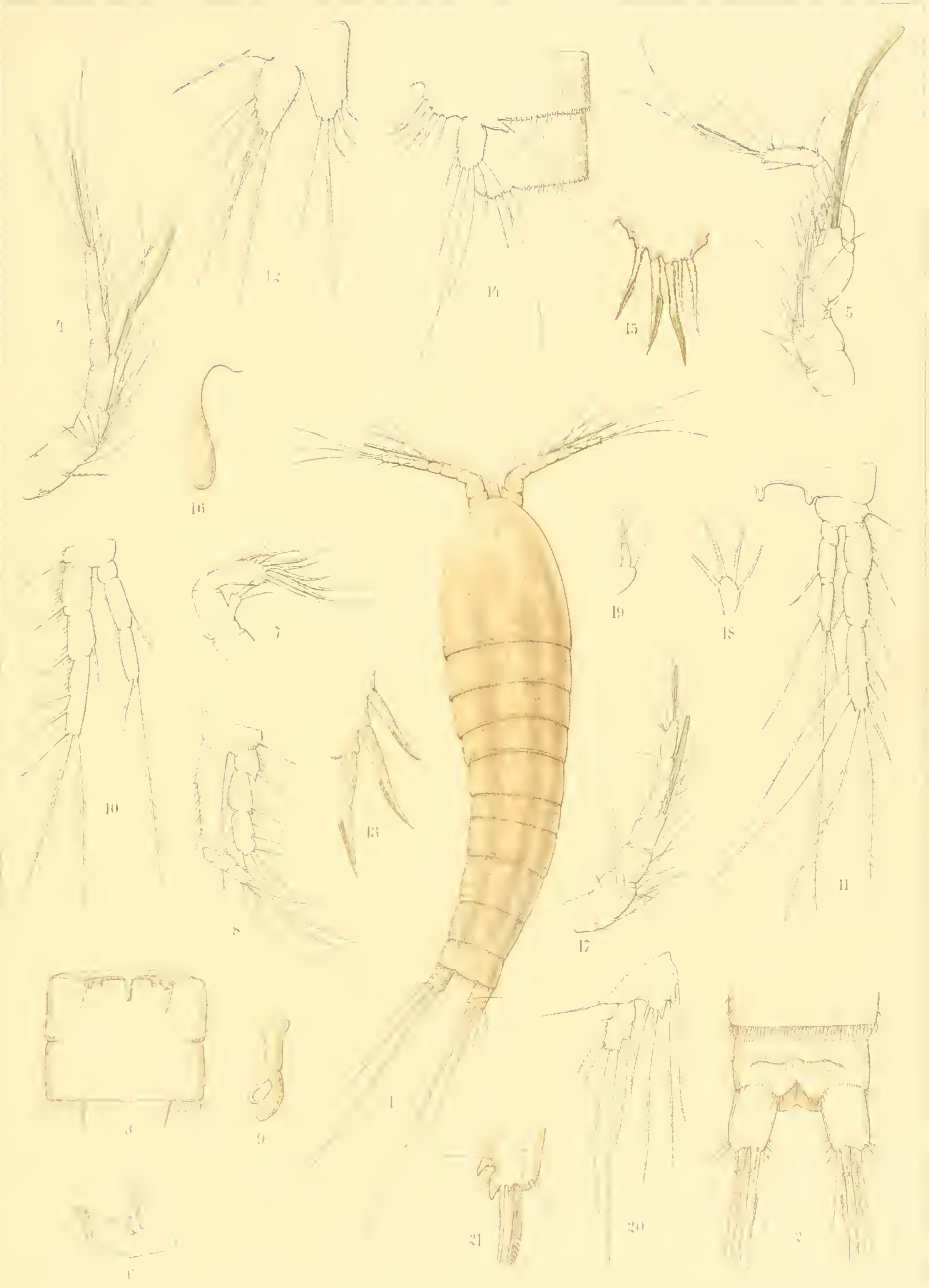
Taf. VII.

Nitocra hibernica Brady. (p. 78.)

Fig. 1. Ein Weibchen. Obj. C. Oc. 2.
„ 2. Furka, letztes Abdominalsegment und ein Teil des vorletzten vom Männchen; ventrale Seite. Obj. D. Oc. 3.
„ 3. Erstes Abdominalsegment des Weibchens; ventrale Seite. Obj. D. Oc. 2.
„ 4. Erste Antenne des Weibchens. Obj. D. Oc. 2.
„ 5. Erste Antenne des Männchens. Obj. D. Oc. 3.
„ 6. Mandibel. Obj. D. Oc. 3.
„ 7. Hinterantenne (♂). Obj. D. Oc. 3.
„ 8. Ein Fuss des ersten Paares vom Weibchen. Obj. D. Oc. 2.
„ 9. Modifizierter Dorn am inneren distalen Rande des zweiten Basalsegments desselben Fusspaares vom Männchen. Obj. F. Oc. 4.
„ 10. Ein Fuss des zweiten Paares (♀). Obj. D. Oc. 2.
„ 11. Ein Fuss des vierten Paares (♀). Obj. D. Oc. 2.
„ 12. Ein Fuss des fünften Paares vom Weibchen. Obj. D. Oc. 2.
„ 13. Die drei inneren Dornen des Basalsegments desselben Fusspaares. Obj. F. Oc. 2.
„ 14. Fin Fuss des fünften Paares und die ventralen seitlichen Partieen des fünften Cephalothorax- und ersten Abdominalsegments vom Männchen. Obj. D. Oc. 3.
„ 15. Die Bewehrung der inneren Partie des Basalsegments desselben Fusspaares. Obj. F. Oc. 2.
„ 16. Spermatophore. Obj. D. Oc. 3.

Canthocamptus bidens n. sp. (p. 73.)

Fig. 17. Vorderantenne des Weibchens. Obj. D. Oc. 3.
„ 18. Nebenast der Hinterantenne (♀). Obj. F. Oc. 2.
„ 19. Mandibularpalpus (♀). Obj. F. Oc. 2.
„ 20. Fuss des fünften Paares vom Weibchen. Obj. D. Oc. 3.
„ 21. Furkalzweig, von der Seite gesehen. Obj. D. Oc. 3.


4
12
14
15
5
16
7
19
18
11
10
8
13
17
3
9
1
21
20
2
6

[illegible] del.

LITH. G. BRUNNER (INH. MARTIN BRUNNER) LITH. KUNSTANSTALT NÜRNBERG

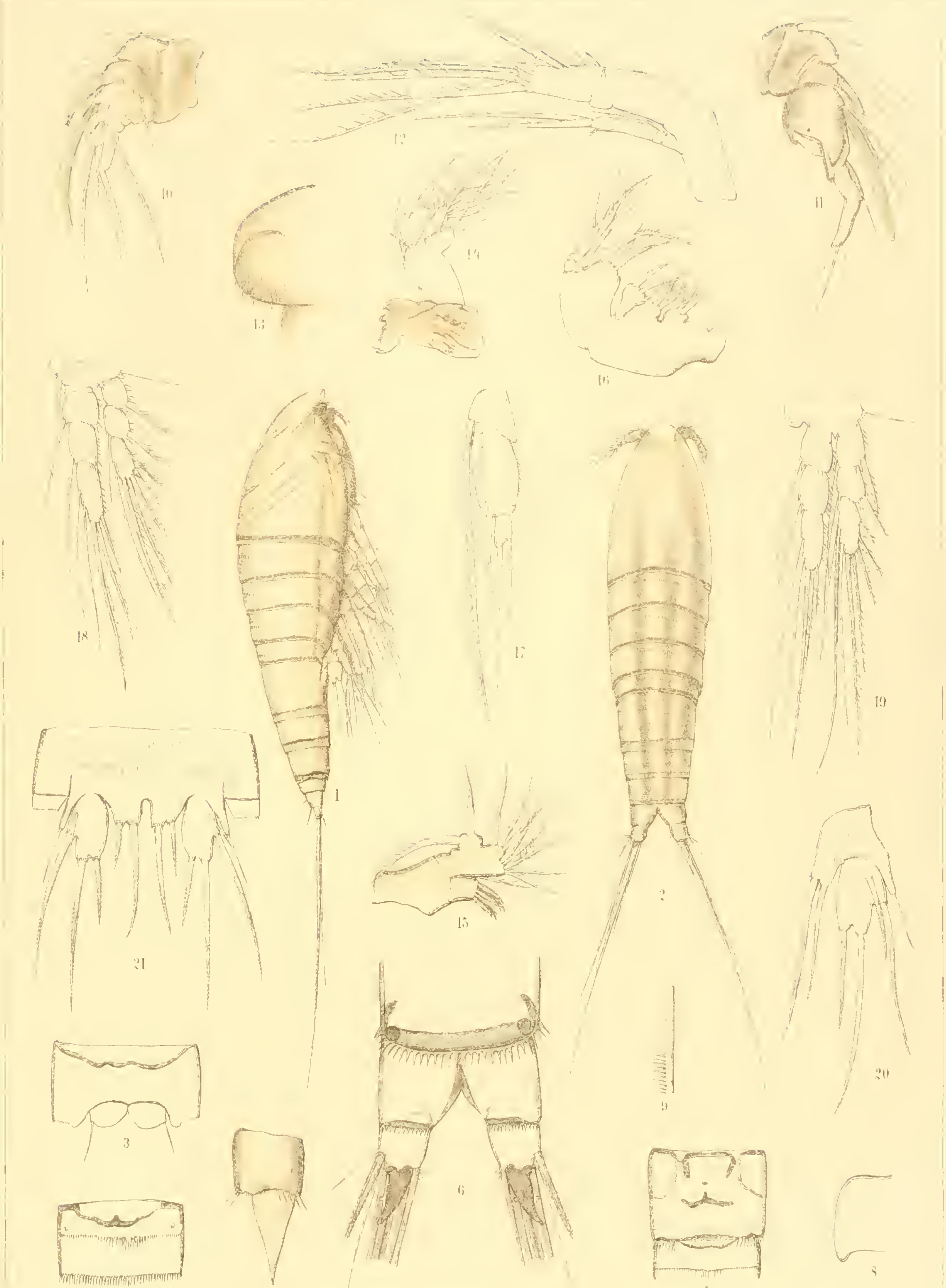
Tafel VIII.

Taf. VIII.

Ectinosoma Edwardsi Richard. (p. 92.)

Fig. 1. Weibchen, von der dorsalen Seite gesehen. Obj. C. Oc. 2.
„ 2. Weibchen in der Seitenlage. Obj. C. Oc. 2.
„ 3. Das erste Abdominalsegment eines Männchens, ventrale Seite. Obj. D. Oc. 3.
„ 4. Das zweite Abdominalsegment vom Männchen, von derselben Seite gesehen. Obj. D. Oc. 3.
„ 5. Der erste weibliche Abdominalschnitt und die obere Hälfte des zweiten, ventrale Seite. Obj. C. Oc. 3.
„ 6. Furka, letztes Abdominalsegment und die untere Hälfte des vorletzten vom Männchen, ventrale Seite. Obj. F. Oc. 2.
„ 7. Furka mit der dorsalen dornförmigen Verlängerung vom Weibchen. Die Apikal- und Aussenrandborsten und die dorsale geknöpfte Borste sind weggelassen. Obj. F. Oc. 2.
„ 8. Seitliche Partie der Rückenplatte des zweiten Cephalothoraxsegments, um die charakteristische Form der hinteren Ecke zu zeigen (♀). Obj. D. Oc. 2.
„ 9. Ein Teil des Hinterrandes des zweiten Abdominalsegments in der Nähe der Seitenlinie. Die grossen Zacken gehören der Bauch-, die kurzen der Rückenfläche an.
„ 10. Vorderantenne des Weibchens. Obj. F. Oc. 2.
„ 11. Dieselbe Antenne des Männchens. Obj. F. Oc. 2.
„ 12. Hinterantenne (♀). Obj. F. Oc. 2.
„ 13. Labrum, von der Seite gesehen (♀). Obj. F. Oc. 2.
„ 14. Mandibel (♀). Obj. F. Oc. 2.
„ 15. Maxille (♀). Obj. F. Oc. 2.
„ 16. Erster Maxillarfuss (♀). Obj. F. Oc. 2.
„ 17. Zweiter Maxillarfuss (♀). Obj. F. Oc. 2.
„ 18. Schwimmfuss des ersten Paares (♀). Obj. D. Oc. 3.
„ 19. Schwimmfuss des vierten Paares (♀). Obj. D. Oc. 3.
„ 20. Fünfter Fuss des Weibchens. Obj. D. Oc. 3.
„ 21. Das fünfte Fusspaar des Männchens. Das Basalsegment ist mit dem fünften Cephalothoraxsegmente verwachsen. Obj. F. Oc. 2.

Taf. VIII


10
12
11
13
14
16
18
17
19
1
2
21
15
9
20
3
6
4
7
5
8

O. Schmeil del.

GEORG BRUNNER (INH. MARTIN BRUNNER) LITH. KUNSTANSTALT NÜRNBERG

5 WHSE 01248